



**“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Sustentabilidad agroecológica de siete fincas cacaoteras en el Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”, San Carlos, Río San Juan, a través de la metodología MESMIS, 2022

Autores

Br. Erick Raúl Pastrana Trujillo
Br. Jasthin Steven López Lira

Asesores

Ing. M.Sc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández
Ing. M.Sc. Martha del Rosario Gutiérrez Castillo

**Presentado a la consideración del honorable comité evaluador
como requisito final para optar al grado de ingeniero agrónomo**

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha:

Managua, Nicaragua,

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir, tener salud, sabiduría, fuerzas y ser mi guía durante estos años para culminar esta carrera universitaria.

A mi madre, **Lic. Erenia Isabel Lira Lovo**, a quien le dedico cada logro de mi vida.

A mi padre, **José Danilo López Miranda** y hermana **Darenia de los Ángeles López Lira** por ser parte de mi vida y apoyarme en todo momento.

A toda mi familia especialmente a mis abuelitas: **Casta Lidia Lovo Hudiel y Albertina Miranda Osorio** y abuelitos: **Francisco López Báez y Pio Ángel Lira**, gracias a Dios que ha permitido mantenerlos con vida y me han dado consejos de superación, y compartir con ellos los mejores momentos de mi juventud.

A mi amigo y compañero de tesis **Br. Erick Raúl Pastrana Trujillo** por su apoyo incondicional en todo el proceso de esta investigación.

A mis amigos de la universidad **Roxana Arleth Zeledón Pineda, Axel Bermúdez, Alexander Cajina Silva y Lester Josué Miranda Hurtado**, por su amistad y apoyo incondicional.

Br. Jasthin Steven López Lira

DEDICATORIA

Ante todo, doy gracias a **Dios** por darme la sabiduría, fuerza y salud para culminar mis estudios y lograr obtener el anhelado título de Ingeniero agrónomo. Agradezco a mi madre **Matilde Trujillo Zepeda**, por ser un pilar fundamental en mi preparación como profesional que con mucho sacrificio me brindó su apoyo y amor incondicional, siendo a la persona que dedico este y muchos logros más en mi vida.

Mi padre, **Incér Raúl Pastrana Betanco** y mi hermana **Christian Suyen Pastrana Trujillo** quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional y sé que siempre querrán lo mejor para mí.

A la memoria de mis abuelos; **Justo Pastrana** y **Antonia Zepeda**, donde quiera que se encuentren sé que se sienten muy orgullosos por mis logros, que con mucho sacrificio y dedicación he logrado, siendo ellos las personas que tanto admiré por su humildad y que me enseñaron a tener un gran corazón y siempre ayudar a los demás.

A mi amigo **Br. Jasthin Steven López Lira**, quien fue una de las buenas amistades que me regaló esta linda carrera y Universidad.

Br. Erick Raúl Pastrana Trujillo

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le doy gracias a Dios por haberme guiado en este proceso educativo durante el transcurso de mis estudios universitarios.

A mi familia en especial mi madre, **Erenia Isabel Lira Lovo** quien es mi fuente de inspiración y ejemplo a seguir, a mi padre, hermana, abuelos y tíos, por su amor y consejos.

A la Universidad Nacional Agraria por ser mi casa de enseñanza en este arduo camino.

Al M.Sc. **Rodolfo Munguía Hernández** por sus enseñanzas, dedicación y asesoramiento en este proceso de elaboración de este trabajo de graduación.

A la M.Sc. **Martha de Rosario Gutiérrez Castillo**, por su acompañamiento y asesoramiento.

A la organización Amigos De La Tierra, España (ADTE) por hacer posible la realización de este trabajo.

A los productores del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos” por atendernos de la mejor manera y darnos el espacio de realizar este trabajo investigativo.

Br. Jasthin Steven López Lira

AGRADECIMIENTO

La culminación del presente trabajo de tesis fue posible, principalmente gracias a **Dios** por darnos la sabiduría y la salud durante todo el proceso educativo, finalizado con mucho éxito.

Mi madre **Matilde Trujillo Zepeda** por siempre estar ahí para apoyarme en todo lo que necesite y por sus consejos que me ayudaron para llegar a cumplir una de mis metas.

Agradezco de ante mano a mi Universidad (UNA), por alojarme y permitir cumplir mi sueño formándome como profesional.

A los Ing. M.Sc. **Rodolfo de Jesús Munguía Hernández y Martha del Rosario Gutiérrez Castillo**, por su apoyo incondicional en el asesoramiento durante el proceso de elaboración de nuestro trabajo de graduación.

A la Organización Amigos De la Tierra, España (ADTE), por hacer posible que lleváramos a cabo el trabajo de investigación.

Agradeciendo de ante mano la hospitalidad y amabilidad de los productores del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”, por recibirnos en sus hogares y áreas de trabajo de la mejor manera y darnos el espacio para llevar a cabo nuestro trabajo de investigación.

Br. Erick Raúl Pastrana Trujillo

INDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Grupos genéticos en cacao	4
3.2 Agroecología y sustentabilidad	5
3.3 ¿Qué es un agroecosistema?	6
3.3.1 Componentes de un agroecosistema	6
3.3.2 Propiedades de un agroecosistema	8
3.4 ¿Por qué se hace necesario la evaluación de un agroecosistema?	9
3.5 Marcos de evaluación de sustentabilidad desarrollados	10
3.6 ¿Por qué se aplicó la metodología MESMIS en el sistema productivo cacao?	12
3.7 ¿Qué es el MESMIS?	13
3.8 Resultados de estudios de caso aplicando MESMIS	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1 Ubicación del estudio	16
4.2 Diseño metodológico	17
4.2.1 Paso 1. Determinación del objeto de estudio	17
4.2.2 Paso 2. Determinación de los puntos críticos	19
4.2.3 Paso 3. Selección de criterios de diagnósticos e indicadores	21
4.2.4 Paso 4. Medición y monitoreo de los indicadores	23
4.2.5 Paso 5. Presentación e integración de los resultados	24

4.2.6 Paso 6. Conclusiones y recomendaciones	24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Caracterización biofísica y tecnológica	25
5.1.1 Clima	25
5.1.2 Suelo	25
5.1.3 Manejo del cultivo de cacao	26
5.1.4 Beneficiado del cacao	26
5.1.5 Comercio	27
5.1.6 Toma de decisión y participación de género	27
5.1.7 Capacitación	27
5.1.8 Diagrama de flujo de las siete fincas	28
5.2 Puntos críticos de evaluación del agroecosistema cacao	28
5.3 Criterios de diagnóstico, puntos críticos e indicadores de sustentabilidad	30
5.4 Diagnóstico de la problemática del manejo de las plantaciones de cacao	36
5.4.1 Atributo de productividad	36
5.4.2 Atributo de estabilidad, resiliencia y confiabilidad.	38
5.4.3 Atributo de adaptabilidad	54
5.4.4 Atributo de equidad y autogestión	57
5.5 Análisis de sostenibilidad por atributo y finca	60
5.6 Análisis de sostenibilidad por dimensión agroecológica y finca	62
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES	66
VIII. LITERATURA CITADA	67
IX. ANEXOS	73

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Taxonomía del cacao	4
2	Características de las metodologías a escala de parcela para la evaluación. Tomado de (Prieto, 2011, p.8)	12
3	Lista de productores de cacao, ubicación de fincas en el Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”.	18
4	Escala de evaluación y su interpretación del nivel de sostenibilidad. Tomado de Masera, et al., (1999).	21
5	Rango y criterio de evaluación de la escala de transformación por indicador aplicado a las fincas cacaoteras	22
6	Puntos críticos definidos a partir de las fortalezas y debilidades de los agroecosistemas de cacao	29
7	Puntos críticos, criterio de diagnósticos, indicadores, definición y método de aplicación	31
8	Diversidad de especies de árboles más comunes	44
9	Diversidad de artrópodos por finca	52
10	Consolidado del nivel de desempeño de los atributos	61
11	Consolidado del nivel de desempeño por dimensión agroecológico e índice general de desempeño	63

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos, municipio de San Carlos, Rio San Juan. Modificado de MAG (2022).	16
2	El ciclo de evaluación en el MESMIS (Maserá et al., 2000).	17
3	Momento de la entrevista al productor.	23
4	Venta de cacao en baba.	27
5	Diagrama de flujo de las siete fincas cacaoteras del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos.	28
6	Nivel de desempeño de los indicadores y subindicadores del atributo de Productividad.	36
7	Medición de longitud, largo, diámetro y peso de la mazorca.	37
8	Nivel de desempeño de los indicadores y subindicadores del atributo estabilidad, resiliencia y confiabilidad.	40
9	Medición para determinar la pendiente en el área de cacao.	45
10	Uso del barreno para determinar la profundidad efectiva del suelo.	46
11	Nivel de desempeño de fincas en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	49
12	Nivel de desempeño en las parcelas de cacao con respecto al manejo de suelo.	53
13	Nivel de desempeño de las parcelas de cacao según el atributo de adaptabilidad con sus indicadores.	56
14	Nivel de desempeño de las parcelas de cacao según atributos de equidad y autogestión.	59

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Composición familiar en las fincas evaluadas	73
2	Caracterización de manejo y tecnología que cuenta las siete fincas cacaoteras del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos	74
3	Manejo técnico en los cultivos de las siete fincas	75
4	Condiciones para la fermentación y secado del grano de cacao que poseen los productores	77
5	Destino de la cosecha de cacao	77
6	Toma de decisión y participación de género en las siete fincas	78
7	Capacitaciones recibidas por los productores	79
8	Análisis de Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas (FODA)	80
9	Nivel de desempeño de las fincas por indicadores en el atributo de productividad	82
10	Valor de medición obtenido de los datos en campo de los componentes del rendimiento por finca	82
11	Nivel de desempeño de los indicadores del atributo de Estabilidad, resiliencia y confiabilidad	83
12	Valor obtenido de los datos en campo	84
13	Índice de diversidad de Shannon por finca	86
14	Índice de Shannon de diversidad de Artrópodos	87
15	Nivel de desempeño de las fincas por indicadores y sus subindicadores según propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	87
16	Valor obtenido en campo de los indicadores que corresponden a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	88
17	Nivel de desempeño del indicador y subindicadores de Manejo del suelo	90
18	Valor obtenido en campo del indicador y subindicadores de manejo del suelo	90
19	Nivel de desempeño de los atributos de adaptabilidad y sus subindicadores	92
20	Valores obtenidos en campo del atributo de adaptabilidad y sus subindicadores	92
21	Nivel de desempeño del atributo de equidad y sus subindicadores	93

Continuación...

ANEXO		PÁGINA
21	Nivel de desempeño del atributo de equidad y sus subindicadores	93
22	Valores obtenidos del atributo de equidad y sus subindicadores	93
23	Nivel de desempeño del atributo de autogestión y sus subindicadores	94
24	Valores obtenidos del atributo de autogestión y sus subindicadores	95

RESUMEN

La evaluación del diagnóstico fue realizada en el departamento de Río San Juan, municipio de San Carlos, en el área natural protegida “Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos”, con el objetivo de identificar la problemática del manejo en siete fincas cacaoteras, aplicando la metodología Marco para la Evaluación de Sistemas de los Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS). Durante el diagnóstico se realizaron visitas a cada unidad productiva, para la recolección de los datos se aplicaron encuestas, entrevistas, revisión de documentos y mediciones de los indicadores seleccionados. Fueron caracterizados en base a las condiciones ambientales a la zona de intervención, los componentes biológicos, sus condiciones de manejo agronómico y tecnológico. Se aplicaron 35 indicadores de evaluación considerando las dimensiones ambientales, económicas y sociales, se consideraron los atributos del agroecosistema. El principal resultado en la dimensión ambiental indicó problemas por enfermedades como: monilia y mazorca negra con incidencias del 10 %, en todos los casos se encontraron suelos de clase textural arcilloso, pesados y difíciles de cultivar, pobres de fosforo y potasio. Por otra parte, en la dimensión económica se determinó que los productores no realizan transformación de cacao, carecen de equipos e infraestructuras tanto individuales como organizativas, de igual forma no incursionan en la diversificación de mercados. En lo social, presentan debilidades tales como: carecen de asistencia técnica dirigida a la problemática del cacao, bajos precios por el cacao, dificultad en el traslado del cacao por la ubicación de las fincas. La integración familiar en el hogar y en las parcelas es casi nula.

Palabras claves: MESMIS, Indicadores, Vida Silvestre, Diagnóstico, Cacao, Agro ecosistema.

ABSTRACT

The diagnostic evaluation was carried out in the department of Río San Juan, municipality of San Carlos, in the protected natural area “Los Guatuzos Wildlife Refuge”, with the objective of identifying the management problems in seven cocoa farms, applying the methodology Framework for the Evaluation of Natural Resources Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS). During the diagnosis, visits were made to each productive unit; surveys, interviews, document review and measurements of the selected indicators were applied to collect data. They were characterized based on the environmental conditions in the intervention area, the biological components, and their agronomic and technological management conditions. 35 evaluation indicators were applied considering the environmental, economic and social dimensions, the attributes of the agroecosystem were considered. The main result in the environmental dimension indicated problems due to diseases such as: monilia and black cob with incidences of 10%, in all cases soils of clayey textural class were found, heavy and difficult to cultivate, poor in phosphorus and potassium. On the other hand, in the economic dimension it was determined that producers do not process cocoa, they lack equipment and infrastructure, both individual and organizational, and they do not venture into market diversification. Socially, they present weaknesses such as: lack of technical assistance aimed at cocoa problems, low prices for cocoa, difficulty in transporting cocoa due to the location of the farms. Family integration at home and on the plots is almost nil.

Keywords: MESMIS, Indicators, Wildlife, Diagnosis, Cocoa, Agro ecosystem.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es originario de América Latina y se ubica en los “Altos Amazonas”, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, [...] su nombre científico *Theobroma cacao* L., significa “alimentos de los dioses”, puesto que era considerado como bebida de los dioses, para dar energía a guerreros, la palabra cacao deriva del náhuatl, cacáhuatl, fue utilizado como moneda (Montalván, et al., 2011, p. 6).

“En varios países de América Latina y El Caribe, el cacao es un cultivo tradicional de importancia económica y social, pues, desde la época de la colonia, ya se producía con fines de exportación, por lo que se ha constituido un factor de crecimiento de sus economías” (Sánchez, et al., 2019, p. 1).

Nicaragua “es un país especialmente agropecuario, cuenta con una diversidad de recursos naturales y ambientes agroclimáticos que permiten la explotación de distintos rubros agrícolas como pecuarios, establecidos bajo diferentes sistemas de producción” (Castillo y Castro, 2009, p. 12).

En los últimos años, Nicaragua se ha posicionado en el mercado internacional como productor de cacao fino y de aroma a partir de la aprobación por la Organización Internacional del Cacao, en septiembre del 2015, logrando excelentes precios por su calidad organoléptica por la producción de las especies criollo e híbridos (Sánchez, et al., 2019, p. 11; Orozco y Sampson, 2016, p. 9).

Según el Ministerio Agropecuario [MAG] (2022), a través del mapa interactivo de producción de cacao por rubro expresa que, en el departamento de Río San Juan se registran el “8.4 % del total de los productores de cacao” y representan el “8.8 % del área total” a nivel Nacional y de acuerdo con Martorel Mir, (2018), citado por Fréguin-Gresh, et al, (2022, p. 29) reporta un total de 27,111 ha sembradas en 2018.

La producción de cacao proveniente del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos, Municipio de San Carlos, Departamento de Río San Juan, proviene de pequeños productores, que trabajan con un nivel bajo en tecnología, donde se realiza cierto grado de mantenimiento como: control de plagas y enfermedades, podas y regulación de la sombra, las cuales son desarrolladas de forma insuficiente e inadecuada, afectando la producción. Otro factor que limita considerablemente es el bajo precio de comercialización en los centros de acopio y mercado local, generando un

impacto negativo al sistema productivo y a la economía de los productores de bajos recursos económicos.

El propósito de este estudio fue realizar un diagnóstico de los sistemas productivos de cacao aplicando la metodología de Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos Naturales utilizando Indicadores de Sustentabilidad [MESMIS], la que es definida como “una propuesta de evaluación que sirve como punto de apoyo para hacer operativo el concepto de sostenibilidad en la búsqueda de un desarrollo económico-social equitativo y ambientalmente sano de las comunidades rurales (Astier et al., 2002; Masera et al., 1999).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Identificar los puntos críticos de la producción de cacao en siete fincas del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”, aplicando la metodología de evaluación MESMIS, Municipio de San Carlos, 2022.

2.2 Objetivos específicos

Caracterizar las condiciones biofísicas, tecnológicas y sociales en el sistema de producción de cacao.

Comparar el nivel de desempeño agroecológico en las fincas de cacao, valorando la sustentabilidad obtenida a través de la aplicación de MESMIS.

Determinar los puntos críticos de la producción de cacao, mediante el análisis de los indicadores de evaluación medidos.

III. MARCO DE REFERENCIA

El cacao pertenece a la familia Esterculiaceae, del género *Theobroma* (Cuadro 1), es un vegetal cuyo genoma está formado de 20 cromosomas, es altamente alógama, es de polinización cruzada hasta en un 95 %, efectuado por insectos sumamente especializados (Johnson, et al. 2008, p. 7), entre estos se encuentra la mosquita del género *Forcipomyia*.

Cuadro 1. Taxonomía del cacao

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Esterculiácea</i>
Subfamilia	<i>Byttnerioideae</i>
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma cacao L.</i>

Theobroma cacao L. es un árbol de ramificación con hojas simples que puede alcanzar una altura entre 4 - 8 m, el fruto es una baya grande (mazorca) fusiforme púrpura o amarilla en su madurez de 20 cm de largo y 7 cm de ancho, en promedio. El árbol comienza a florecer y fructificar después de 3 - 4 años desde la siembra y la cosecha máxima se alcanza después de los 6 - 7 años, según la Agencia de Cooperación del Japón [JICA], (2013).

El mismo autor señala que tiene una “raíz principal que puede crecer hasta 1.20 a 1.50 m. de profundidad. La mayoría de las raíces secundarias o terciarias se encuentran en los primeros 20 - 25 cm de profundidad de suelo, cubriendo estos en forma irregular un área similar al de la copa del árbol”. (p. 7).

El cacao es un cultivo que se establece bajo sistema agroforestal en Nicaragua, de acuerdo a estudio realizado en el Municipio de Waslala, Nicaragua, clasificaron las fincas que producen cacao en 5 categorías según la composición: “1) Plantaciones de cacao + especies forestales, 2) Plantaciones de cacao + musáceas (banano y plátano), 3) Plantaciones de cacao + especies forestales + musáceas, 4) Plantaciones de cacao + especies frutales diversas y 5) Plantaciones de cacao + varios (café, malanga, yuca, quequisque)”. (JICA, 2013, p. 17).

3.1 Grupos genéticos en cacao

Existen tres grupos genéticos que son: Criollo, Forastero y Trinitario, a los que se describen a continuación:

Criollo: Esta especie representa los cacaos originales, “se dispersó de México a Centro América, de alta calidad y de sabor agradable, la planta es delicada, de poca productividad y susceptible a enfermedades. Se puede distinguir por la arquitectura de un árbol débil, hojas grandes y oscuras, los rebrotes nuevos son verde pálido, el tipo de mazorca es rustica de cascara delgada, la almendra es de color blanco, con sabor y aroma de chocolate superior a cualquier tipo de cacao en el mundo” (INTA, 2009, p.11). Representa no obstante sólo el 5 % de la producción mundial, debido a su fragilidad frente a las enfermedades e insectos. Principalmente, es destinado a la chocolatería de alta gama (JICA, 2013, p. 7).

Forastero: Este grupo es muy diversificado y representa especies más resistentes y productivas que el criollo. Cultivados al principio en la Alta Amazonia, constituyen hoy la producción principal de África del este y en extensión, representa el 80 % de la producción total mundial (JICA, 2013, p.7). “Son arboles robustos y grandes, hojas pequeñas, mazorcas tipo amelonado duro de cascara, grueso y liso, almendras aplanadas y pigmentadas con un sabor muy ordinario y amargo, tolerante a plagas y se adapta muy bien a diversos ambientes” (INTA, 2009, p. 11)

Trinitario: (Proviendo de Trinidad) Esta especie de cacao es un híbrido biológico natural entre Criollo y Forastero, que fue exportado por Trinidad donde los colonos españoles habían establecido plantaciones. No tiene atributo puro a su especie y la calidad de su cacao varía de media a superior, con un contenido fuerte en manteca de cacao. Representa el 15 % de la producción mundial (INTA, 2009, p. 8).

3.2 Agroecología y sustentabilidad

Según Altieri y Toledo (2011) expresan que, la agroecología está basada en un conjunto de conocimiento y técnicas que se desarrollan a partir de los agricultores y sus procesos de experimentación. Por esta razón, la agroecología enfatiza la capacidad de las comunidades locales para experimentar, evaluar y ampliar su aptitud de innovación mediante la investigación de agricultor a agricultor (p. 6).

Astier, (2006) expresa que, en América Latina, desde los años 80 surge un movimiento agroecológico que promueve agroecosistemas sustentables desde el punto de vista ambiental, económico y sociocultural, y se plantea como una disciplina que brinda los principios ecológicos

básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar sistemas que sean productivos, conservadores de los recursos naturales, culturalmente sensibles, social y económicamente viables.

Masera y López-Ridaura (2000), sostienen que no se puede hablar de la sustentabilidad de un agroecosistema desde una perspectiva económica, ambiental o social por separado, porque la sustentabilidad es resultado de la integralidad de las tres dimensiones. Ante esto, se concibe la sustentabilidad de un agroecosistema como un estado cercano al equilibrio tridimensional, inmediato a un nivel óptimo ideal (p. 2).

La sustentabilidad es un concepto complejo en sí mismo porque pretende cumplir con varios objetivos en forma simultánea que involucran dimensiones productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y, fundamentalmente temporales. A su vez, la evaluación de la sustentabilidad se ve dificultada por el enfoque reduccionista que aún prevalece en los agrónomos y muchos científicos, lo que genera grandes dificultades para entender problemas complejos como éste, que requieren de un abordaje de forma holística y sistémica, como señalan Kaufmann y Cleveland (1995, p. 1).

En el contexto de la agricultura campesina la sustentabilidad significa poder lograr sistemas de manejo de los recursos naturales que sean productivos, estables, adaptables, confiables y resilientes, que distribuyan sus costos y beneficios de manera equitativa y generen procesos de autogestión y autonómicos entre los beneficiarios (Masera et al., 2000, p. 2).

3.3 ¿Qué es un agroecosistema?

Se considera al concepto agroecosistema como una unidad de estudio en diferentes niveles jerárquicos de los sistemas de producción primaria en los que se establece el manejo del hombre para su aprovechamiento mediante la adaptación, modificación e interacción con los recursos naturales en la producción de alimentos y servicios que requiere la sociedad (Plata-Rosado, et al. 2017, p. 2).

3.3.1 Componentes de un agroecosistema

Los componentes de un sistema productivo pueden ser muy variados, según se trate de sistemas biológicos, mecánicos, o de cualquier otro tipo. Pueden encontrarse sistemas compuestos de

muchos componentes y otros de muy pocos. Por ejemplo, los agroecosistemas son sistemas muy complejos con componentes biológicos que han sido distribuidos en el tiempo y el espacio, interactuando con componentes socioculturales (objetivos, racionalidades, conocimientos y cultura de los agricultores) (Sarandón, 2002, p. 121).

De acuerdo con Sarandón (2002) hace una explicación clara de los componentes que en un agroecosistema se pueden encontrar, siendo los siguientes:

Productores (autótrofos) es el componente que tiene la particularidad, que, mediante el proceso de la fotosíntesis, transforman y acumulan energía lumínica en forma de energía química. Para este caso los únicos organismos que realizan dicho proceso son las especies vegetales que son los productores por excelencia: cultivos, vegetación espontánea, árboles, arbustos, etc. (p. 4).

Los consumidores (heterótrofos) se ubican en un nivel trófico superior y necesitan a los productores para subsistir ya que, por su incapacidad de transformar la energía luminosa, deben alimentarse de los componentes que sí lo hacen. (p. 4).

Los detritívoros o descomponedores (heterótrofos), son también consumidores, pero se alimentan de tejido muerto de las plantas o cadáveres o deyecciones animales, e intervienen en el reciclado de la materia orgánica y los nutrientes. Aquí se encuentran varios grupos como los artrópodos y numerosos microorganismos, micro, meso y macrofauna, fundamentales en estos procesos (p. 4).

En el agroecosistema Fernández (2015, p. 1) considera otro componente como son "*los recursos humanos*", compuesto por la gente que vive y trabaja dentro de un predio y explota sus recursos para la producción agrícola, basándose en sus incentivos tradicionales o económicos. Otro recurso que considerar es el de "*los recursos de capital*" que son los bienes y servicios creados, comprados o prestados por las personas asociadas con el predio para facilitar la explotación de los recursos naturales para la producción agrícola.

Según Bayón (2006), se debe de tomar en cuenta como componente del agro ecosistema "*los recursos culturales*", la cual es la relación del hombre con su medio ambiente, y en ella está implícito el conjunto de estilos, costumbres y condiciones de vida de una sociedad con una

identidad propia, basada en tradiciones, valores y conocimientos, asociado con la actividad humana citado por Miranda, 2013, p. 1.

También se encuentran otros componentes como son los "*recursos tecnológicos*" que identifica a los elementos de la innovación científico-técnica que posibilitan o facilitan alguna labor, especialmente productiva. Se trata de métodos, destrezas, habilidades, herramientas y equipos, para hacer posible o más fácil y rápido, alcanzar un objetivo de los aportes de las tecnologías a los sistemas productivos citado por (Balmaceda, 2016, p.55).

Otro de los componentes muy importante es el "*ambiental*"; que de acuerdo con (Zavala 2013, p. 2) se identifican factores físicos, tales como aire, temperatura, relieve, suelos y cuerpos de agua, así como componentes vivos, plantas, animales y microorganismos.

Finalmente se identifica como componente la "*infraestructura productiva*", que desempeña un papel importante en el ordenamiento territorial, demográfica y económica, motivo por el cual han sido incorporadas en el análisis del crecimiento económico desde distintos enfoques metodológicos, engloba las principales categorías (transportes, telecomunicaciones, abastecimiento de agua y energía eléctrica) (Becerril, et al., 2009, p.380), también se refiere a otros componentes que presenta un agro ecosistema tales como (estado de la vivienda, corrales, cercas, entre otros).

3.3.2 Propiedades de un agroecosistema

Para una evaluación de un agroecosistema los gestores principales de la creación y desarrollo de la metodología MESMIS, (Maser et al., 2000, p. 18, 19) basan su proceso en considerar propiedades del sistema productivo como sus atributos los cuales deben de ser tomados en cuenta, siendo los siguientes:

Productividad: Es la habilidad de un agroecosistema para proveer de un nivel requerido de bienes y servicios. Es uno de los atributos más importantes desde el punto de vista agronómico, una medida muy usada en productividad es el rendimiento y ganancias en los cultivos.

Equidad: Es la habilidad del sistema para distribuir la productividad (beneficios o costos) de una manera justa e igualitaria.

Resiliencia: El término resiliencia es la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves, ya sea eventos catastróficos como huracanes.

Estabilidad: Con este término nos referimos a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Es decir, que se mantenga la productividad del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo bajo condiciones promedio o normal.

Confiabilidad: Es la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente.

Adaptabilidad: Se define como la capacidad que tiene el sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo, ante cambios a largo plazo en el ambiente.

Autogestión: En términos sociales y auto dependencia en términos ambientales es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

3.4 ¿Por qué se hace necesario la evaluación de un agroecosistema?

La evaluación se utiliza para llevar la riqueza de la verdadera complejidad de los sistemas agrícolas, a través de ese enfoque podemos aportar y analizar varias alternativas metodológicas que nos permita tener una visión comprensiva sobre el tipo y carácter de sustentabilidad que buscamos (Saldívar et al., 2002, p. 5).

La sustentabilidad de un sistema productivo requiere ser valorada con el propósito final de implementar técnicas o tecnologías que mejoren o minimicen el impacto ambiental, para ello deben emplearse escalas de medición ordinales, que permitan su categorización. Indicadores e índices surgen como la base de las metodologías de evaluación de sustentabilidad, debiendo cumplir una serie de requisitos para ser de utilidad (Toro et al., 2010, p. 1).

Las metodologías de evaluación emergieron como una de las herramientas más útiles para hacer operativo el concepto de sustentabilidad, pues han permitido clarificar y reforzar los aspectos teóricos de la discusión sobre el tema, así como formular recomendaciones técnicas y de política

para el diseño de sistemas más sustentables de manejo de recursos naturales (Masera, et al., 2008, p. 14).

3.5 Marcos de evaluación de sustentabilidad desarrollados

El marco MESMIS ha sido desarrollado por Masera, et al. (2000) como una herramienta metodológica para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en el contexto de productores campesinos y en un ámbito local. Es un marco que busca entender las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico, citado por (Tonolli y Ferrer, 2018, p. 3).

Por su parte, Sarandón y Flores (2009) quien propuso la metodología que se denomina Evaluación de Agroecosistema Mediante Indicadores de Sustentabilidad (EAMIS), consiste en una estructura operativa de pasos conducentes a evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad del agroecosistema mediante la construcción y uso de indicadores adecuados (p. 3) esta metodología como la MESMIS hacen uso de indicadores de evaluación. Sin embargo, EAMIS propone agregarlos por medio de una integración matemática simple acompañado de una agregación gráfica (gráfico tipo AMEBA o Tela araña). Por su parte, el marco MESMIS otorga alternativas de agregación gráfica, de integración simple o de integración compleja (p. 9).

Existen otros marcos de evaluación de sustentabilidad, entre los que se pueden mencionar el MOTIFS que significa (Herramienta de Monitoreo Integral para la sustentabilidad de Fincas) según Arnés (2011), han sido empleados como herramienta de control basado en indicadores de sustentabilidad integrada de fincas (p. 3). Por otro lado, Meul, et al. (2009) propuso indicadores ecológicos a través de este marco de evaluación, sin embargo, aunque los resultados hablan de cumplir con los propósitos de la sustentabilidad, se observa que existen falencias en la inclusión de los componentes social y económico dentro de la evaluación de la sustentabilidad (p. 3).

Como señala Neudoerffer, et al. (2005) el marco de evaluación Metodología Adaptada a la Salud y la Sostenibilidad de los Ecosistemas, por sus siglas en inglés (AMSEH). No busca obtener indicadores de sostenibilidad que converjan en un índice. El objetivo principal es encontrar una guía para la investigación de sistemas complejos y crear un equilibrio lo más armonioso posible

entre el saber científico construido en los últimos años y las características socioculturales tejidas tradicionalmente desde el saber popular (Arnés, 2011, p. 12).

La metodología Modelo de Presión Estado Respuesta (PER) surgió a partir de la cumbre de la tierra celebrada en Rio de Janeiro Brasil, en el año 1992, y que posteriormente fuera adoptado por la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), propone una metodología casual que presupone relaciones de acción y respuesta entre actividades económicas y del medio ambiente. El marco PER, ante dichos cambios la sociedad busca una respuesta con acciones para mitigar su impacto a través de políticas medioambientales, económicas y sectoriales Saldívar, et al., (2002, p. 166).

El marco PICABUE, desarrollado por Mitchell, et al., (1995) presenta las siguientes características:

Está enfocado principalmente en un concepto amplio de calidad de vida, esto incluye aspectos de salud pública, estándares de vida, seguridad, desarrollo personal y comunitario, calidad ambiental, entre otros. Puede ser aplicado en diversos sistemas y propone tres grandes principios para guiar la selección de indicadores: equidad intergeneracional, equidad intrageneracional y conservación de la integridad ambiental. El marco está organizado por siete etapas, en las que se consensuan los objetivos de sustentabilidad y el uso de los indicadores.

Según Walker, et al. (2002) el **Manejo de resiliencia**, dicha metodología aboga por una gestión de los recursos naturales desde dentro del propio sistema buscando una sostenibilidad a largo plazo. Este marco de evaluación se caracteriza por buscar la sostenibilidad de los recursos naturales dentro del propio sistema en el que se integra.

A continuación, en el Cuadro 2 se describen otras metodologías de evaluación a escalas de parcelas de un agroecosistema:

Cuadro 2. Características de las metodologías a escala de parcela para la evaluación. Tomado de (Arnés, 2011, p. 8)

Marco	Enfoque	Áreas de evaluación	Nivel de uso
FESLM	Orientado a objetivos	Ambiental, económico	
Presión-Estado-Respuesta	Sistémico	Ambiental	Alta
FESLM	Sistémico	Ambiental	Alta
IICA	Sistémico	Ambiental, económico	Baja

Marco	Enfoque	Áreas de evaluación	Nivel de uso
Stockle y colaboradores	Orientado a objetivos	Ambiental	Baja
PICABUE	Orientado a objetivos	Social	Baja
MARPS	Orientado a objetivos	Ambiental	Media
Lewandowski y colaboradores	Orientado a objetivos	Ambiental	Baja
CIFOR	Orientado a objetivos	Ambiental, económico	Alta
MESMIS	Sistémico	Ambiental, económico, social	Alta
Evaluación de satisfactores	Sistémico	Ambiental, económico, social	Media
Manejo de resiliencia	Sistémico	Ambiental, económico, social	Baja
Evaluación de satisfactores	Sistémico	Ambiental, económico, social	Media
SEAN	Sistémico	Ambiental, económica	Baja
AMESH	Sistémico	Ambiental, económico, social	Baja

3.6 ¿Por qué se aplicó la metodología MESMIS en el sistema productivo cacao?

Es una herramienta metodológica aplicada en las fincas productoras de cacao con la finalidad de obtener el diagnóstico de los principales problemas que enfrenta el manejo agronómico de este cultivo, debido a que está considerada ser dinámica y participativa por el hecho de considerar la participación de los productores en la evaluación y otros agentes que intervienen en el proceso; así como, la de construirse el procesos a aplicar a partir de información brindada por los actores principales que caracterice cada sistema y de sus fortalezas y debilidades que son el eslabón para definir los criterios de diagnóstico y los indicadores de evaluación definidos a partir de este hecho.

En el proceso de evaluación se permite la integración de diferentes investigadores que brinden puntos de vista diferentes y apoyen el análisis holístico, que brindan las mejores recomendaciones técnicas para su integración en un plan de mejora del sistema. La base de la evaluación que tiene esta metodología parte del reconocimiento de los atributos del agroecosistemas como la productividad, resiliencia, estabilidad, adaptabilidad, confiabilidad, equidad, autogestión que internamente se desarrollan bajo la dirección del productor.

Otro de los elementos importantes de la metodología es que es de carácter cíclico dado los pasos establecidos y que bien se puede realizar posteriormente a la aplicación de mejoras a desarrollar en el sistema. En la primera evaluación se deben establecer los componentes a mejorar o

modificar que impulsen el funcionamiento de la producción de cacao desde los puntos de vista social, ambiental y económico.

3.7 ¿Qué es el MESMIS?

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), es una herramienta metodológica que tiene como objetivo ayudar a evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos ya sean agrícolas, pecuarios y forestales, brinda una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos y de los propios proyectos involucrados en la evaluación (Masera, et al. 2000).

Investigadores que han aplicado la presente metodología han indicado características que presenta el desarrollo del proceso de evaluación entre las que se pueden señalar:

Arnés (2011) expresa que tiene “una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información, de contexto y capacidades técnicas locales disponibles” así también posibilita ser un “un proceso de análisis y retroalimentación”; y lo califica ser una metodología que permite “un proceso de evaluación participativo que enfatiza dinámicas de grupo y una retroalimentación continua del equipo evaluador” (p. 17).

Mientras tanto Masera, et al. (2000) por ser los autores principales que desarrollaron la metodología MESMIS definieron características como al presentar una “estructura flexible” se puede “adaptar a diferentes niveles de información, de contexto y capacidades técnicas locales disponibles” así como “busca entender de manera integral tanto las limitaciones como las oportunidades para la sostenibilidad de los sistemas de manejo” (p. 13, 14)

Por otra parte, Tonolli y Ferrer, (2018, p. 48) reconocen como otra de las características la necesidad de “realizar ciclos de observación para que el proceso de análisis y retroalimentación sea completo y permita el ajuste del sistema según los resultados obtenidos”.

3.8 Resultados de estudios de caso aplicando MESMIS

A continuación, se presenta una serie de experiencias en Nicaragua y diferentes países del mundo, donde se evalúa el nivel de sostenibilidad de los agroecosistemas aplicando el Marco

para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

En un estudio llevado a cabo con productores de cacao en Ranchería Zapotal, Tabasco, México, con manejo orgánico y convencional. Utilizaron la herramienta MESMIS, definiendo 22 indicadores entre ellos: Rendimiento, Relación Ingresos/Costos de producción, Escolaridad máxima de los hijos, Diversificación de ingresos, etc. Obteniendo el siguiente resultado, el sistema orgánico presentó un valor de sustentabilidad de 67.75 %, mientras que el convencional alcanzó 47.32 %. En el análisis por dimensión, en el caso orgánico obtuvo resultados más elevados en la dimensión ambiental (Priego-Castillo, et al., 2008, p. 40, 41, 45).

Utilizando la misma herramienta de evaluación por Fontana, (2013) en el departamento de San Carlos, Mendoza, Colombia, compararon la sustentabilidad de dos sistemas frutícolas con manejos diferentes (convencional y de transición agroecológica), adaptados a la agricultura intensiva bajo riego. Se aplicaron 20 indicadores, los cuales fueron identificados a partir puntos críticos, entre el resultado obtenido se indica que el sistema agroecológico en transición presentó mejoras en indicadores sociales y ambientales con estancamiento en la dimensión económica. (p. 5).

Rendón y Monroy, (2017, p. 1) realizaron un análisis de sustentabilidad en el cultivo de café en los municipios de Rosas (Cauca) y Florencia (Caquetá), Colombia. Utilizando para ello la metodología MESMIS con 10 indicadores y 18 subindicadores en sus tres dimensiones agroecológicas. Concluyendo que socios ecosistemas de la Vereda Ufugú (Cauca) son potencialmente sostenible (PS) en las dimensiones social y ecológica, mientras que son sostenible (S) en la dimensión económica; y la Vereda Sucre (Caquetá) se mostró potencialmente sostenible (PS) en la dimensión ecológica, y medianamente sostenible (MS) en las dimensiones social y económica (p. 1).

Aplicando indicadores de sostenibilidad en tres sistemas de producción de café: convencional, orgánico y especial, en los municipios de Morocelí, Marcala y Santa Elena, en Honduras. Se aplicó la metodología MESMIS mediante el uso de 17 indicadores de evaluación a 50 productores de café (16 productores de café convencional en el municipio de Morocelí, 16 productores de café orgánico en Marcala y 18 productores de café especial en Santa Elena). (Jameson, 2019, p. 3).

Entre los resultados del autor anterior determinaron que los indicadores críticos son, el “relevo generacional”, el “uso de mano de obra infantil” y el “número de capacitaciones recibidas” para el aspecto social. El “comportamiento de precios en el mercado”, el “nivel de tecnología en la finca” y el “nivel de apalancamiento financiero” para el aspecto económico. Finalmente, en el aspecto ambiental los indicadores fueron “manejo de residuos sólidos y líquidos”, “manejo de agroquímicos” y “conservación del agua”. El análisis general de los sistemas evaluados resultó más sostenible el orgánico, con un índice global de 4.56 en una escala de 1 al 6 (p. 3).

En Nicaragua se reporta la aplicación de la metodología MESMIS a través de un trabajo de investigación en 11 comunidades del municipio de Cusmapa (Nicaragua) a 80 productores de maíz y frijol. Se tomaron en cuenta 7 indicadores de evaluación. Los resultados obtenidos muestran que los rendimientos de los cultivos fueron valorados como insostenibles alcanzando un valor de 67.5 %, solo 6 productores evaluados alcanzaron la sostenibilidad de los cultivos (Arnés, 2011, p.2, 26, 29).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en el departamento de Río San Juan, municipio de San Carlos, en área de El Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos. Se ubica en la costa sur del lago de Nicaragua (Cocibolca), con coordenadas $10^{\circ} 56' 36''$ y $11^{\circ} 08' 23''$ Latitud Norte y $84^{\circ} 38' 52''$ y $85^{\circ} 11' 43''$ Longitud Oeste. Limita al Norte con el Archipiélago de Solentiname y el lago Cocibolca, al sur con Costa Rica, al este con el curso de Río San Juan y el municipio de San Carlos, al oeste con las comunidades de Colón y departamento de Rivas. Posee una extensión territorial de 72,643.78 ha, que incluye sus zonas terrestres y lacustres, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA], 2016), Figura 1.

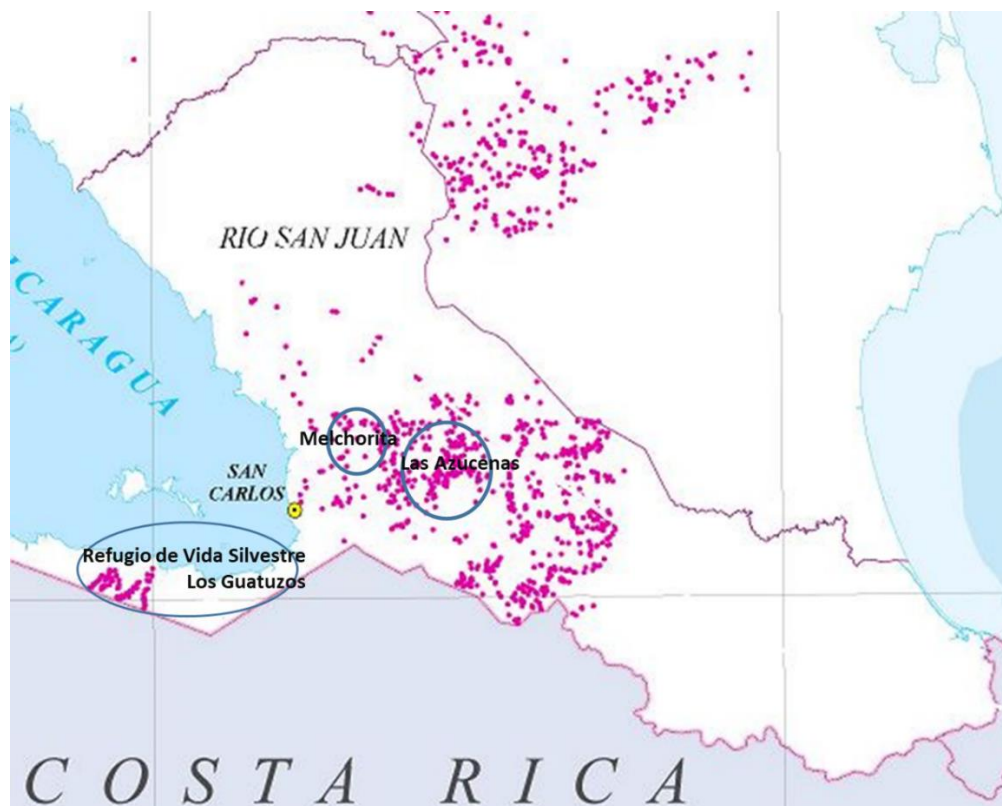


Figura 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos, municipio de San Carlos, Río San Juan. Modificado de MAG (2022).

4.2 Diseño metodológico

Se utilizó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), la cual propone un ciclo de evaluación que consta de seis pasos y es definida por (Masera et al., 2000) Figura 2.

4.2.1 Paso 1. Determinación del objeto de estudio

En este paso se seleccionaron siete fincas con parcelas de cacao en las comunidades de El Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”, los que fueron seleccionados por la organización no gubernamental Amigos de la Tierra, España (ADTE), y la principal consideración para su selección es que disponen de una plantación de cacao en estado productivo o mayores de 4 años de establecidas.

En el Cuadro 3, se describen algunas de las características de las fincas con sus respectivos propietarios que son parte de los beneficiarios de proyectos que impulsa dicha organizació

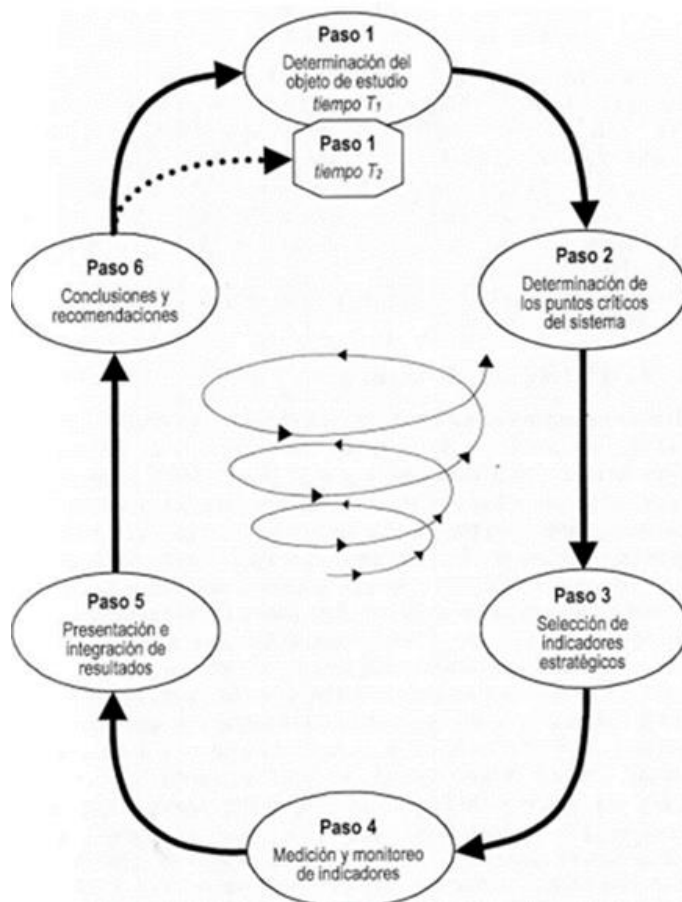


Figura 2. El ciclo de evaluación en el MESMIS (Masera et al., 2000).

Material biológico

Se intervinieron en siete fincas con plantaciones de cacao de edades de 4 a 30 años distribuidos en áreas de El Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”, de encontrarse en estado de producción.

Cuadro 3. Lista de productores de cacao, ubicación de fincas en el Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”.

No	Comunidad	Productor (a)	Finca	Coordenadas		Altitud (msnm)	Área total de la finca (mz)	Área de cacao (mz)	Edad de la plantación (años)
				X	Y				
1	Santa Elena	Pablo Isidoro Ramírez Argüello	Las Palmas	707895	1218623	38	13	3.5	4.5
2	Pueblo Nuevo 2	Francisca Palacios	El Carmen	707895	1218623	45	23	1	14
3	Papaturro	Ana Jorge Rodríguez	El Plomo	712661	1220257	44	7	0.5	8
4	Papaturro	Armando Martínez Hernández	Unión 2	742816	1230420	76	37	1.5	10
5	Pénjamo	Juana Mercedes Pereira Zamuria	La Flor	713811	1217996	65	30	4	14
6	El coral	Alejandro Amador Mendoza	El Paraíso	716782	1216827	55	8	3	22
7	Valle de Guadalupe	Luis Alberto Meza	La Estrella	713808	1217993	43	17	3	30

Se elaboraron instrumentos de recolección de datos como: formularios dirigidos a los productores que manejan su parcela de cacao. La información para obtener fue orientada para caracterizar el sistema tanto social y económica, así como los aspectos tecnológicos del manejo del cultivo. Adicionalmente, se obtuvo información para definir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que el sistema productivo cacao agroforestal tiene y se enfrenta. Adicionalmente, se entrevistó y se obtuvo información de técnicos de la organización ADTE y de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Para organizar la caracterización de los agroecosistemas a evaluar, a partir de la aplicación de los formularios se estructuró ordenadamente la información sobre los aspectos biofísicos como las condiciones del clima y suelo obtenidos a partir de información secundaria elaborada para el Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”.

Sé recolectó información sobre las especies agrícolas, pecuarias y forestales manejadas en la parcela de cacao y de las actividades de manejo agronómico que ejecuta el productor en la finca.

Adicionalmente se obtuvo información sobre los aspectos tecnológicos que describen las condiciones de manejo del cultivo de cacao, entre los que se indica a continuación: Poda en cacao, deschuponado, poda de árboles de sombra, fertilización, cosecha, control de plagas y enfermedades. En el beneficiado y comercio se recolectaron datos sobre, fermentación, secado, venta y transformación de cacao. Para estas actividades se obtuvieron información de la cantidad de jornales, frecuencia de las actividades, momento de su realización, dosis de insumos aplicados, entre otros. Otro aspecto importante a obtener información es la que tiene que ver con la comercialización del producto, capacitación y transformación para valor agregado.

El **Diagrama de flujo**, con la información obtenida se representó por medio de un gráfico los componentes del agroecosistema tales como el sistema agrícola, pecuario y forestal, componente familiar. También se definieron las posibles interrelaciones entre los componentes que expresan el flujo de energía y nutrientes que ocurren entre los componentes. Así mismo se establecieron las entradas de energía, nutrientes y las respectivas salidas del sistema.

4.2.2 Paso 2. Determinación de los puntos críticos

A partir de la caracterización de las fincas elaborado en el paso anterior, se procedió a realizar un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) señaladas por

los entrevistados y recopilados en los formularios previamente indicados, así como el análisis realizado.

¿Qué es el análisis FODA? “Es una herramienta de análisis organizacional, muy útil en la planificación de toda organización” (Ponce, 2006, p. 2), ubicada en este caso en la finca en el medio que le rodea, ya que consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que en su conjunto diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa; es decir, las oportunidades y amenazas.

Adicionalmente Ponce (2006) expone de forma sintética una descripción del concepto de las cuatro letras que identifican el FODA de la siguiente manera:

Fortalezas: en una organización es alguna función que se realiza de manera correcta, como son ciertas habilidades y capacidades del personal con atributos psicológicos y su evidencia de competencias. Otro aspecto identificado como una fortaleza son los recursos considerados valiosos y la misma capacidad competitiva de la organización, como un logro que brinda la organización y una situación favorable en el medio social (p. 2).

Debilidades: Se define como un factor considerado vulnerable en cuanto a su organización o simplemente una actividad que la empresa realiza en forma deficiente, colocándola en una situación considerada débil (p. 2).

Oportunidades: Constituyen aquellas fuerzas ambientales de carácter externo no controlables por la organización, pero que representan elementos potenciales de crecimiento o mejoría. La oportunidad en el medio es un factor de gran importancia que permite de alguna manera moldear las estrategias de las organizaciones (p. 3).

Amenazas: Son lo contrario de lo anterior, y representan la suma de las fuerzas ambientales no controlables por la organización, pero representan fuerzas o aspectos negativos y problemas potenciales. Las oportunidades y amenazas no sólo pueden influir en la atractividad del estado de una organización; ya que establecen la necesidad de emprender acciones de carácter estratégico, pero lo importante de este análisis es evaluar sus fortalezas y debilidades, las oportunidades y las amenazas y llegar a conclusiones (p. 3).

Partiendo de este paso fundamental, todas las fortalezas y las debilidades identificadas se transforman en puntos críticos que en general encontramos tanto positivos como negativos, se trabaja con ellos debido a que son los de efecto interno y que se pueden intervenir por el productor a lo cual se fortalecen o se cambian los aspectos negativos a positivos.

4.2.3 Paso 3. Selección de criterios de diagnósticos e indicadores

Una vez identificados los puntos críticos, se definieron los criterios de diagnóstico los que “describen los atributos generales de sustentabilidad y permiten crear un vínculo entre los atributos, puntos críticos e indicadores de evaluación, con el fin de evaluar de manera efectiva y coherente la sustentabilidad del sistema” (Masera et al., 2000, p. 44).

Definidos los criterios de diagnóstico, los indicadores de evaluación se proceden a transformas las variables a una condición de se puedan comprar entre sí debido a que las unidades de medida resultan ser diferentes, por ej. Quintales de grano, costos e ingresos económicos, distancias entre hileras y surcos, alturas, densidad de árboles, abundancia, índice, porcentaje, etc.; lo cual no se permite la comparabilidad entre los indicadores. Para solucionar este hecho, la metodología indica la construcción de una escala estandarizada (se puede decir valor de juicio) “que representa el valor de los indicadores con relación a la situación deseada” (Silva-Santamaría y Ramírez-Hernández, 2017, p. 127).

Sobre esta base se estableció un valor de escala a aplicar en la evaluación de 0 a 100 %, y se interpreta como se describe en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Escala de evaluación y su interpretación del nivel de sostenibilidad. Tomado de Masera, et al., (2000).

Valor de escala (%)	Valor de interpretación
0 – 20	Agroecosistema no sostenible
21-40	Agroecosistema con bajo nivel de sostenibilidad
41-60	Agroecosistema medianamente sostenible
61-80	Agroecosistema con buena sostenibilidad
81-100	Agroecosistema con sostenibilidad óptima

Las transformaciones se realizaron a partir la relación considerando dos valores tanto el valor obtenido en campo como el valor optimo el cual proviene de información que se identifica por

investigaciones realizadas y que son establecidos para comparar y obtener el valor de la escala de valores.

$$\text{Valor del indicador} = \frac{\text{Valor obtenido o medido}}{\text{Valor \u00f3ptimo o de referencia}} \times 100$$

Adicionalmente, a los indicadores de evaluaci\u00f3n de tipo cualitativo se construy\u00f3 una escala con valores de juicio l\u00f3gicos y se describen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Rango y criterio de evaluaci\u00f3n de la escala de transformaci\u00f3n por indicador aplicado a las fincas cacaoteras

Indicador	Escala (%)				
	0-20 (1)	21-40 (2)	41-60 (3)	61-80 (4)	81-100 (5)
Edad de la plantaci\u00f3n	-	-	< 20 o 36 a\u00f1os>	2 a 7 o 26 a 36 a\u00f1os	De 8 a 25 a\u00f1os
Mano de obra familiar	20%	40%	60%	80%	100%
Fuentes de agua	No disponible	Quebrada + rio	Noria + quebrada	Pozo + noria	Agua potable + pozo
Diversidad animal presente	Sin inventario animal	Una sp mayor	2 sp mayores o menores	De 3 a 4 sp	+ de 5 sp mayores y menores
Diversidad vegetal presente	Sin inventario vegetal	3 sp + 2 transitorias	5 perennes + 3 transitorias	7 sp perennes + 4 transitorias	+ 9 sp perennes + 5 sp transitorias
Tipos de control de maleza	No aplica control	Solo herbicidas	Control mec\u00e1nico + herbicida	Control mec\u00e1nico (moto guada\u00f1a + caseo)	Control mec\u00e1nico (machete)
Estado del cacao entregado o vendido			En baba	Seco rojo	Fermentado y seco
Aceptabilidad del sistema	Desilusionado	Poco satisfecho	Moderadamente satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho
Pr\u00e1cticas de reciclaje	No realiza	Realiza 1	Realiza 2	Realiza 3	Todas las mencionadas
CIC meq en 100g de suelo	6 a 10 (muy bajo)	>10 a 20 (bajo)	>20 a 30 (medio)	>30 a 40 (alto)	>40 (muy alto)
Profundidad de suelo (cm)	<25	25 a 49	50 a 99	100 a 199	>150
pH	<4.5 o >8	4.51 a 5 o 7.51 a 8	5 a 5.49 o 7.01 a 7.5	5.5 a 5.9 o 6.51 a 7	6 a 6.5
Orientaci\u00f3n de las hileras	Paralela a la pendiente	Hileras sin direcci\u00f3n	Perpendicular + paralela a la pendiente	Perpendicular a la pendiente	Curvas a nivel
Auto sombra	<10 o >90	10 a 19 o 81 a 90	20 a 29 o 71 a 80	30 a 39 o 61 a 70	40 a 60
Plagas y enfermedades	>20%	15.1 a 20%	10.1 a 15%	5.1 a 10%	0 a 5%

Cuadro 5. Continuación...

Indicador	Escala (%)				
	0-20 (1)	21-40 (2)	41-60 (3)	61-80 (4)	81-100 (5)
Riesgo de abandono de la plantación	>54 años + señora	>54 años – hijos	<54 años – hijos	>54 años + hijos	<54 años + hijos
Sombra al cacao (%)	+ 70	0 a 9 o 61 a 70	10 a 19 o 51 a 60	20 a 29 o 41 a 50	30 a 40
Pendiente del terreno (%)	+ 45	30 a 45	15 a 30	5.1 a 15	0 a 5
Clase textural	Suelo arcilloso limoso, arcilla	Suelo franco limoso, franco arcilloso limoso	Suelo franco arenoso	Suelo franco arcilloso arenoso	Suelo franco
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	>2250 (Suelos muy salinos)	751 a 2250	251 a 750	101 a 250	<100 (suelo no salino)
Quien dice el precio de venta			Comprador	Por acuerdo mutuo	Productor
Densidad de árboles de sombra por hectárea	De 0 a 9 años, > 140 árboles. 10 a 20 años, >80 árboles	De 0 a 9 años, 131 a 140 árboles. 10 a 20 años, 71 a 80 árboles	De 0 a 9 años, 121 a 130 árboles. 10 a 20 años, 61 a 70 árboles	De 0 a 9 años, 100 a 120 árboles. 10 a 20 años, 43 a 60 árboles	De 0 a 9 años, 80 a 100 árboles. 10 a 20 años, 36 a 42 árboles
Capacidad de fermentar y secar	Ninguna infraestructura	Bidón, plástico	Bolsa plástica, tendal	Cajas rohan + patio de concreto	Cajas escaleras o rohan + Secador Elva o cajas rohan
Índice de Shannon-Weiner	0 - 0.85 Muy baja diversidad	0.86 - 1.71 Baja diversidad	1.72 - 2.6 Diversidad media	2.61 - 3.46 Buena diversidad	> 3.46 Alta diversidad

4.2.4 Paso 4. Medición y monitoreo de los indicadores

Consistió en una visita de campo y se aplicó una entrevista al productor, se obtuvieron datos por indicadores de tipo ambiental, económico y social. Adicionalmente, se visitó la parcela de cacao para realizar mediciones de campo de variables ambientales de acuerdo con los indicadores seleccionados en el paso anterior (Figura 3).



Figura 3. Momento de la entrevista al productor

Se estructuraron formatos de control de datos, uno dirigido al productor para datos de rendimiento de grano (seco o baba) en $qq\ mz^{-1}$, relación beneficio costo, ingresos por otros rubros dentro del cacao, edad de la plantación y otros, el otro consistió en una medición de campo, donde se aplicaron indicadores como: relación longitud/diámetro de la mazorca, peso fresco del fruto, auto sombra del cacao, apariencia de los árboles de cacao, entre otros.

En esta etapa se consideró extraer una muestra compuesta de suelo por finca equivalentes a 500 g, las que se trasladaron al laboratorio de suelo y agua (LABSA) ubicado en la Universidad Nacional Agraria para la determinación de parámetros físicos (textura) y químicos (pH, materia orgánica, contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), la Conductividad Eléctrica (CE).

4.2.5 Paso 5. Presentación e integración de los resultados

Después de la recolección de información para cada finca, se elaboraron bases de datos y se procedió a analizar en hoja electrónica de Excel, se aplicó un análisis estadístico descriptivo de tendencia central para obtener promedios y desviación estándar. La integración de resultados es presentada a través de gráficas de araña o cuadros, se dieron a conocer resultados por dimensión agroecológica o por atributo y finalmente un índice general que se conoce como Nivel de Desempeño.

El análisis de los datos se realizó en base a lo descrito en el paso cinco del MESMIS, donde se explica el procedimiento a seguir para base de datos, procesos estadísticos o para la interpretación de los resultados.

4.2.6 Paso 6. Conclusiones y recomendaciones

Una vez obtenidos los resultados de evaluación se procedió a definir los puntos críticos que cada sistema finca tiene en la producción de cacao, de esta forma se obtuvieron las conclusiones y de ellas las recomendaciones técnicas para la mejora de los sistemas cacaoteros.

En la segunda visita a cada finca-parcela de cacao, se aplicaron los indicadores de evaluación obteniéndose los resultados que permitieron definir el nivel de desempeño del agroecosistema de estudio. Para esta actividad se prepararon formatos de control de datos, el cual es señalado en el paso 4.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización biofísica y tecnológica

5.1.1 Clima

Las temperaturas del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos”, “son relativamente cálidas, la temperatura promedio anual oscila entre los 25.63 °C y 28.75 °C, con un valor promedio de 27.07 °C”, Sin embargo, “las temperaturas máximas pueden llegar hasta los 36 °C. Las precipitaciones oscilan entre 1,748.16 y 2,245.5 mm año⁻¹, con un promedio de 2,004.98 mm año⁻¹” (MARENA, 2016, p. 5).

5.1.2 Suelo

De acuerdo con el mapa geológico de Nicaragua, publicado por Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA], (2016, p. 3,4,5) hacen una descripción del área del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos” de la siguiente manera:

El Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos” “pertenece a la Cuenca Hidrográfica Binacional del Río San Juan, que es la más grande de Centroamérica, con unos 35,000 km², y que pertenece a la vertiente del Mar Caribe. Se caracteriza por conformar un sistema de humedales único y muy importante por su diversidad biológica”.

Predominan los suelos coluviales como capa superior, conformados por dos capas de Piroclastos recientes y tres Piroclastos del Pleistoceno. Todos ellos sobre rocas de tipo Coyol Superior Basalto. La zona entre los Valles de Pueblo Nuevo y Guadalupe, los suelos son menos desarrollados ya que predominan sólo tres capas, la primera de ellas conformada por Piroclastos recientes, Piroclastos del Pleistoceno, sobre rocas del Coyol Superior Basalto. Este tipo de geología predomina en el 5.52 % del territorio.

Se caracteriza en su mayor parte conformada por planicies, de topografía plana (8.93 % del territorio con pendientes menores o iguales a 1, mientras el 32.75 % con pendientes entre 1 y 3 %. Con pendientes entre el 3 y 8 % con un territorio cercano al 36.59%), y una altura máxima de 55 msnm.

En el área del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos” las fincas seleccionadas para el diagnóstico, se consideran sistemas agropecuarios, administradas por pequeños productores con áreas de 7 a 37 mz, cuentan con parcelas de cacao de 0.5 a 4 mz. En las fincas se encuentran los componentes agrícolas, pecuarios y forestales:

Agrícola. Las fincas se dedican a la producción de granos básicos tales como: maíz, arroz, frijoles, además de cacao agroforestal. Adicionalmente, se observan establecidas en pequeñas áreas de cultivos como: plátano, yuca, naranja dulce, zapote, mamón chino y aguacate, al igual que raíces y tubérculos (yuca, quequisque, malanga), en cambio una finca cuenta con cultivo de hortalizas (tomate).

Pecuario. Cuatro de las fincas se dedican a la ganadería orientado a la producción de leche, dos fincas a la producción de cerdos, en general todas las fincas tienen alguna producción de aves de corral, las que pueden ser gallina de patio, chompipe y paloma de castilla.

Sistema agroforestal con cacao. En las parcelas de cacao se encuentran establecidas especies forestales que cumplen la función de dar sombra al cacao, tienen una diversidad de especies tales como: Espavel (*Anacardium excelsum*), Corozo (*Acrocomia aculeata*), Capulín blanco (*Prunus serotina*), Madero negro (*Gliricidia sepium*), Cedro Real (*Cedrus*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Corteza (*Tebebuia ochracea*), Gavilán (*Pentaclethra macroloba*), Guanacaste (*Enterolobion cyclocarpum*). Es común encontrar especies frutales tales como: Zapote rojo, Limón dulce, Limón ácido, Coco, Pejibaye, Musáceas, Nancite, Achiote.

5.1.3 Manejo del cultivo de cacao

La mayoría de los productores realizan labores en la plantación de cacao tales como: poda en cacao, poda de árboles de sombra, control de maleza, control de plagas y cosecha, las prácticas de fertilización orgánica y deschuponado no son muy frecuentemente realizadas en los sistemas productivos, estas labores en 5 fincas son realizadas completamente por mano de obra familiar, en cambio en dos fincas se contrata mano de obra.

5.1.4 Beneficiado del cacao

En los sistemas productivos no realizan el proceso de fermentación, solamente realizan la extracción del grano, posteriormente almacenarlo en bolsas plásticas o en sacos plásticos, y luego llevarlo a la venta, sin embargo, en ciertas ocasiones toman la decisión de realizar pre

fermentado y secado del grano, este proceso se conoce como producción de cacao rojo. El secado lo realizan en estructuras de madera artesanal de manera que éstas quedan expuestas al sol, ese proceso suele durar 3 días. Por otra parte, recurren a utilizar nylon de plástico para el secado del cacao.

5.1.5 Comercio

El grano de cacao lo venden seco o en baba en la comunidad, a intermediarios que lo llegan a comprar, también lo transportan al mercado de San Carlos o Upala (Costa Rica), solamente uno de los productores mencionó realizar transformación del producto con la elaboración de chocolate, pero en poca cantidad. (Figura 4).



Figura 7. Venta de cacao en baba.

5.1.6 Toma de decisión y participación de género

En todas las tomas de decisión es compartida, el esposo decide los gastos en las labores de campo, venta del producto, mientras que la esposa toma decisiones sobre gastos de rutina para el hogar, salud y educación de los hijos; también mencionan que la planeación de la familia es conjunta, a excepción de una productora que ella decide todas las actividades debido a que no tiene compañía emocional.

5.1.7 Capacitación

Los productores del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos” han recibido capacitaciones sobre manejo en cacao, podas y manejo de mamón chino, manejo de agroquímico en cacao, manejo postcosecha, facilitado por diferentes organismos gubernamentales como INTA, INATEC y la organización Amigos De la Tierra, España (ADTE), desarrollados en los años 2014, 2015, 2020 y 2022.

5.1.8 Diagrama de flujo de las siete fincas

El flujograma de las fincas donde se realizó el diagnóstico muestra parcelas de cacao y otros componentes como pecuario, agrícola y forestal, encontrando en estos una relación en toda la biodiversidad de la finca, el componente familiar es el más importante ya que este tiene relación con todos los componentes biológicos del agro ecosistema. En el componente pecuario se encuentra el ganado bovino, porcino y aves de patio siendo estos muy útiles para el núcleo familiar. Las unidades productivas generan ganancias a través de la venta de sub-productos tales como: grano de cacao, leche, cerdos y ganado en pie, además de esto tiene entradas de insumos que benefician al sistema, lo antes mencionado (Figura 5).

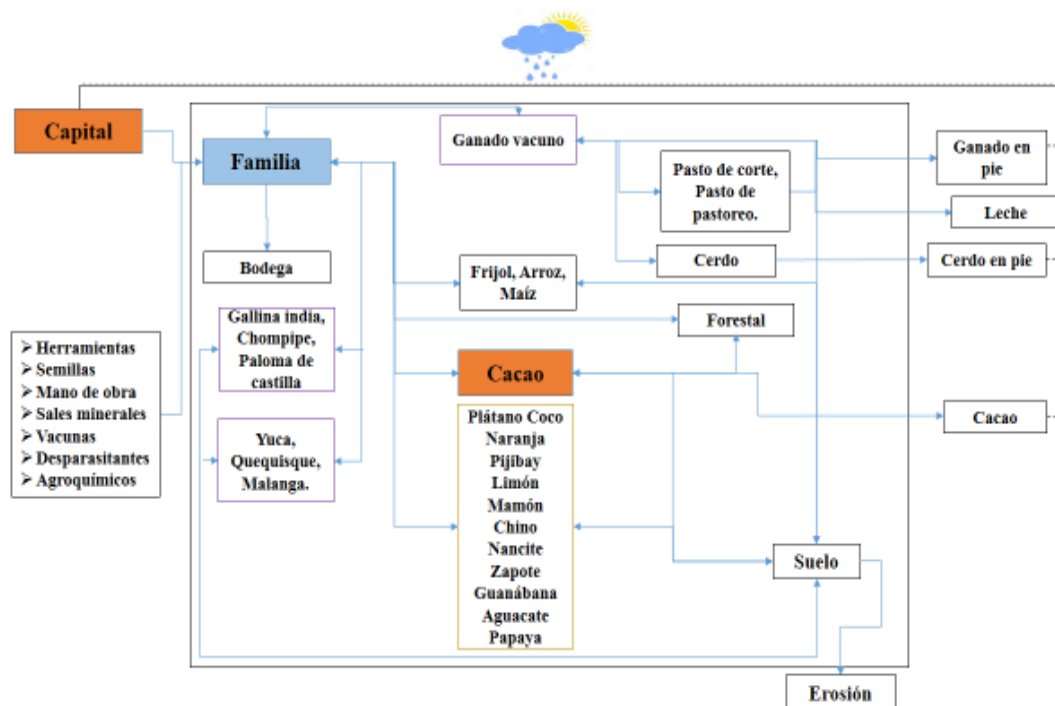


Figura 11. Diagrama de flujo de las siete fincas cacaoteras del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos.

5.2 Puntos críticos de evaluación del agroecosistema cacao

Con la información obtenida a partir de las entrevistas a cada uno de los productores de cacao se elaboró la lista consensuada de fortalezas y debilidades y se consideraron para cada atributo de evaluación del agroecosistema como lo establece la metodología MESMIS (Cuadro 6).

Cuadro 6. Puntos críticos definidos a partir de las fortalezas y debilidades de los agroecosistemas de cacao

ATRIBUTOS	PUNTOS CRITICOS
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presencia de árboles con mazorca grande y de calidad de grano reconocido como buen cacao. ✓ Se estiman rendimientos altos en las plantaciones de cacao debido a la existencia de árboles altamente productores, sin embargo, es afectado por incidencia de problemas fitosanitarios. ✓ Reducción de los costos por intervención de mano de obra familiar en las labores de la plantación, no significa necesariamente altos retornos económicos ✓ La producción de cacao le genera ingresos que le ayudan a cubrir las necesidades básicas de su familia.
Estabilidad, confiabilidad, resiliencia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La población de árboles de cacao predomina el material criollo, con edad promedio de 14 años, el manejo es tradicional y por consiguiente de bajo uso de insumos externos principalmente la fertilización. ✓ Una práctica generalizada entre los productores es reutilizar su material genético en siembra directa de la semilla ✓ Un aspecto positivo es que predominan árboles de sombra del cacao, con densidad adecuada en combinación de especies maderables y frutales ✓ Se observa una distribución irregular de los árboles de sombra y alto porcentaje de auto sombra del cacao. ✓ La ubicación geográfica por su buena aptitud potencial y clima favorable de la zona es una ventaja del sistema de producción. ✓ Las propiedades físicas y cobertura del suelo indican buenas condiciones para la producción de cacao. ✓ El punto más crítico en el sistema cacao es la alta incidencia de monilia, mazorca negra, incluido el daño y pérdida por la presencia de fauna silvestre (ardilla, mono, pájaro carpintero). ✓ La vulnerabilidad de las plantaciones de cacao a la ocurrencia de huracanes, vientos fuertes.
Adaptabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los productores en las fincas tan solo extraen el grano en baba, debido a que no disponen de infraestructura interna o el limitado conocimiento para la operación de fermentado y secado. ✓ Una debilidad de los productores socios de la Cooperativa COMULCAOGUAT, por problemas organizacionales no tienen la posibilidad de realizar el beneficiado en este centro de acopio. ✓ Los productores no reciben capacitación en temas transformación primaria, agregación de valor y negociación.
Equidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Participación de miembros de la familia en las labores agronómicas (poda, control de malezas, deschupone, poda, corta y extracción de grano en baba) del cacao, no obstante, contratan mano de obra para cubrir la demanda.

ATRIBUTOS	PUNTOS CRITICOS
Autogestión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Predomina la comercialización a través de intermediarios nacionales y extranjeros, entregando un 70 % como cacao seco (rojo); mientras que aproximadamente un 20 % lo venden directamente en el mercado de San Carlos, y para su autoconsumo destinan un 10%. ✓ No reciben sobre precio por su cacao orgánico, y el precio de cacao rojo es bajo porque es un grano sin aroma, ni sabor y no elaboran otros productos derivados ✓ La desventaja más relevante para la comercialización es la prestación de servicio de transporte terrestre y acuático, la oferta actual es de altos costos.

5.3 Criterios de diagnóstico, puntos críticos e indicadores de sustentabilidad

De los 35 indicadores que se evaluaron para la presente valoración, 3 corresponden al atributo de productividad, Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad 18, Adaptabilidad 7, Equidad 2 y Autogestión 5; así también se va a valorar por dimensión, los cuales 21 corresponden a la ambiental, 8 a lo económico y 6 a la social (Cuadro 7).

Cuadro 7. Puntos críticos, criterio de diagnósticos, indicadores, definición y método de aplicación

Atributos	Puntos Críticos	Criterios Diagnostico	Indicadores	Definición	Método Medición	Valor óptimo	Referencia
Productividad	Buen rendimiento del cacao	Eficiencia productiva	1. Rendimiento de grano (seco o baba) qq mz ⁻¹	Cantidad en peso de grano seco o baba en qq por mz.	Entrevista	400 kg por ha 6.9 QQ mz ⁻¹	Freguin-Gresh, et al. (2022, p. 43)
			2. Componentes del rendimiento	Relación largo - diámetro de mazorca.	Medición de 10 frutos maduros cosechados al azar, pesar los frutos maduros, pesar el grano en baba y contar la cantidad de semillas por fruto de 10 unidades.	L/D 1.92	Ayesta, et al. (2013, p. 6)
				Longitud y diámetro del fruto.		Longitud 17.26 cm 8.97 cm diámetro	Ayesta, et al. (2013, p. 6)
				Peso fresco del fruto (g).		683 g	Ayesta, et al. (2013, p. 6)
				Peso fresco en baba (g) por fruto.		187.1	Valor más alto
				Número de semillas por fruto.		39	Ayesta, et al. (2013, p. 6)
3. Ingresos por otros rubros dentro del cacao	Ganancia percibida por venta de otras especies de frutas y madera.	Entrevista	1	Definición propia, venta de otros productos dentro de la parcela de cacao			
Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad	Estado regular de la plantación por manejo	Vulnerabilidad del sistema	4. Edad de la plantación (años)	Periodo de tiempo de la siembra a la fecha de evaluación.	Entrevista	8 a 25 años	Orozco y Sampson (2016, p. 19)
			5. Riesgo de abandono de la plantación	Edad superior a los 55 años del productor se disminuye atención a la plantación.	Entrevista	15 a 54 años	Barrezueta (2018, p. 52)
			6. Orientación de las hileras de árboles de cacao	Los árboles de cacao sembrados perpendicular a la pendiente del área.	Observación en campo	Curvas a nivel	Escala de valoración
			7. Estado de la plantación de cacao	Frecuencia de la poda de chupones.	Entrevista	5	INTA (2009, p. 30)
				Altura de horqueta y ramas.	Medición altura de horqueta y numero de ramas	Altura 1,30 metros a 1,50 y 3 a 5 ramas	González y Pineda (2021, p. 22) INTA (2009, p. 5)
				Distancia entre hileras y planta.	Medición distancia entre hilera y ramas	3 x 3 metros	Sánchez, et al. (2017, p. 50)

Cuadro 7. Continuación...

Atributos	Puntos Críticos	Criterios Diagnostico	Indicadores	Definición	Método Medición	Valor óptimo	Referencia
				Auto sombra: Porcentaje de sombra producida por el follaje del cacao.	Medición del nivel de sombra por medio visual	40 a 60%	Escala de valoración
				Estado físico de los árboles.	En área de muestreo seleccionar al azar 10 árboles con ayuda de app y observar su estado de sanidad y vigor utilizando una escala de valor.	100 % Vigoroso y sano.	Construcción propia
			8. Porcentaje de sombra al cacao	Sombra producida por árboles dentro del cacao	Medición visual del nivel de sombra	20 – 40 %	Romero (2016, p. 12)
			9. Densidad de árboles de cacao	Cantidad de árboles en una hectárea.	Contabilizar en una parcela de 25 x 25 m los árboles productivos	817 árboles ha ⁻¹ 574 mz ⁻¹	Ayestas (2009)
			10. Incidencia de enfermedades (%)	Porcentaje de frutos afectados por monilia y mazorca negra en proporción a la cantidad total de frutos.	Medición de enfermedades según método de guarda griega.	≤10 % 0 a 5 %	Cubillos, et al, (2019, p. 20). Escala de valoración
			11. Incidencia de plagas (%)	Porcentaje de frutos afectados por ardilla, pájaros en proporción a la cantidad total de frutos.	Medición de plagas según método de guarda griega.	0 a 5 %	Escala de valoración
			12. Capacidad de restauración del sistema cacao	Nivel de restablecimiento del sistema cacao después de una afectación por eventos naturales (huracán, inundaciones, vientos fuertes).	Valoración dada por el productor	100 %	Definición propia
		Diversidad arbórea	13. Diversidad de especies en cacao	Es la riqueza o el número de especies diferentes que están integrados en la plantación de cacao.	Inventario de especies	Índice de Shannon	Se establece escala
			14. Población de árboles de sombra	Cantidad de árboles o plantas por manzana.	Inventario de árboles	De 0 a 9 años, 80 a 100 árboles. 10 a 20 años, 36 a 42 árboles	Escala de valoración

Cuadro 7. Continuación...

Atributos	Puntos Críticos	Criterios Diagnostico	Indicadores	Definición	Método Medición	Valor óptimo	Referencia
	Buenas condiciones de suelo	Propiedades físicas y químicas	15. Propiedades físicas	Textura de suelo	Análisis de laboratorio	Suelo franco	Escala de valoración
				Profundidad efectiva de suelo (cm).	Medición de perfil de suelo con uso de barreno.	100 cm	Arce, M. (2003)
				Pendiente del área (%).	Medición de campo a través del nivel A.	0 a 5 %	Escala de valoración
			16. Propiedades químicas	pH del suelo.		6 a 6.5	Romero (2016, p. 12)
				Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{m}$).		$< 250 \mu\text{S cm}^{-1}$	Escala de valoración
				Contenido de materia orgánica (%).	Medición en laboratorio de suelo y agua	5	Orozco y Sampson, (2016 p. 31)
				N (%)		0.2	Orozco y Sampson (2016, p. 31)
				P (ppm)		10 a 20	
				K (meq en 100 g suelo)		0,3 a 0,6	
				Ca (meq en 100 g suelo)		4 a 20	
	Mg (meq en 100 g suelo)	1 a 5					
	CIC (meq en 100 g suelo)	> 40	Escala de valoración				
	Macrofauna	17. Propiedades biológicas	Número de Lombrices.	Conteo del número de lombrices en un volumen de 20 x 20 x 20 cm.		100 L/ m ²	Guanche (2015, p. 6)
			Diversidad de artrópodos.	Conteo del número de individuos por especie de artrópodos en un área de 20 x 20 cm.	Mayor de 2.5 índice de Shanon	Escala de evaluación	
	Permanente cobertura de suelo	Protección de suelo	18. Cobertura de suelo (%)	Presencia de malezas, hojarasca y residuos vegetales que cubren el suelo.	Medición visual	100 %	
19. Intensidad de manejo de malezas			Cantidad de veces que se realiza control al crecimiento de las malezas durante un año calendario.	Entrevista	4	INTA (2009, p. 30)	
20. Tipos de control de malezas			Técnicas de control de malezas y uso de herramientas	Entrevista	100 %	Machete, moto guadaña	

Cuadro 7. Continuación...

Atributos	Puntos Críticos	Criterios Diagnostico	Indicadores	Definición	Método Medición	Valor óptimo	Referencia
			21. Prácticas de reciclaje de biomasa	Integración de restos vegetales como producto de podas, cosecha.	Entrevista y observación	4 prácticas	Escala de valoración
Adaptabilidad	Se carece de infraestructura para beneficiado	Capacidad de cambio e innovación	22. Estado del cacao entregado o vendido	Calidad del grano de cacao que entrega o vende.	Entrevista	Fermentado y seco	Escala de valoración
			23. Capacidad para fermentar y secar cacao	Es la infraestructura mínima para realizar la fermentación y secado del cacao.	Entrevista	Cajas escaleras o rohan + Secador Elva o cajas rohan	Escala de valoración
	Fincas diversificadas	Agro-biodiversidad	24. Diversidad vegetal cultivada	Las especies agrícolas integradas para la producción de alimentos en la finca.	Entrevista	+ 9 sp perennes + 5 sp transitorias	Escala de valoración
			25. Diversidad animal presente	Las especies pecuarias integradas para la producción de alimentos en la finca.	Entrevista	+ de 5 sp mayores y menores	Escala de valoración
	Limitados conocimientos técnicos y altos Deseos de aprender	Formación y actualización de conocimientos	26. Participación en actividades de capacitación	Participación en cursos, seminarios, talleres, días de campo sobre prácticas agronómicas de cacao.	Entrevista	3 eventos	Definición propia
			27. Asistencia técnica recibida	Organismos e instituciones del estado le brindan apoyo técnico en producción agropecuaria.	Entrevista	3	Definición propia
	Disponibilidad de agua	Aprovechamiento de recurso hídrico	28. Fuentes de agua	Dispone de diferentes tipos de fuentes de agua para las actividades del hogar y agropecuaria	Entrevista	Agua potable + pozo	Escala de valoración
	Equidad	Participación de mano de obra familiar en labores del cultivo	Integración de la familia en la parcela de cacao	29. Integración familiar en las actividades de la parcela	Preguntar a al padre o madre quién toma las decisiones con respecto a las actividades de la parcela de cacao.	Entrevista	100 %
Hay consenso en las decisiones del hogar		Decisiones en el hogar	30. Integración familiar en actividades del hogar	Es la decisión participativa individual o conjunta en las actividades del hogar.	Entrevista	100 %	Mutuo acuerdo familiar

Cuadro 7. Continuación...

Atributos	Puntos Críticos	Criterios Diagnostico	Indicadores	Definición	Método Medición	Valor óptimo	Referencia
	Recibe un precio según la calidad de grano entregado.	Control de precios de mercado	31. Presencia y acceso al mercado	El tipo de mecanismo que se fija el precio de venta del cacao.	Entrevista	3 compradores	
Autogestión	Poca o nula capacidad de agregación de valor	Transformación de cacao	32. Cantidad porcentual de cacao que transforma y vende	Realiza procesos artesanales que transforma el cacao en subproductos.	Entrevista	10 libras	
	Diversidad de productos alimenticios	Autoconsumo	33. Autoabastecimiento de alimentos	Porcentaje de alimentos que produce en la finca que cubren sus necesidades en el hogar.	Entrevista	> 80 %	FAO (2018, p. 77)
	Limitados canales de comercialización	Capacidad de gestión	34. Diversificación de mercados	Número de agentes compradores que le compran el cacao.	Entrevista	Productor	Escala de valoración
	Expresan estar satisfecho por el cacao	Satisfacción personal	35. Aceptabilidad del sistema de producción de cacao	Grado de valoración positiva que tiene por la producción de cacao.	Entrevista	Muy satisfecho	Escala de valoración

5.4 Diagnóstico de la problemática del manejo de las plantaciones de cacao

5.4.1 Atributo de productividad

Es la capacidad del sistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor del atributo en un periodo de tiempo determinado (Masera et al., 2008, p. 4). De acuerdo con el análisis de datos la finca 2 obtuvo un valor de 37.58 % como índice de desempeño, el cual se considera de bajo nivel de sostenibilidad, mientras que las fincas 1, 3, 4 y 7 alcanzaron valores entre 82.68 a 100 % de desempeño que significa una sostenibilidad óptima. El resto de

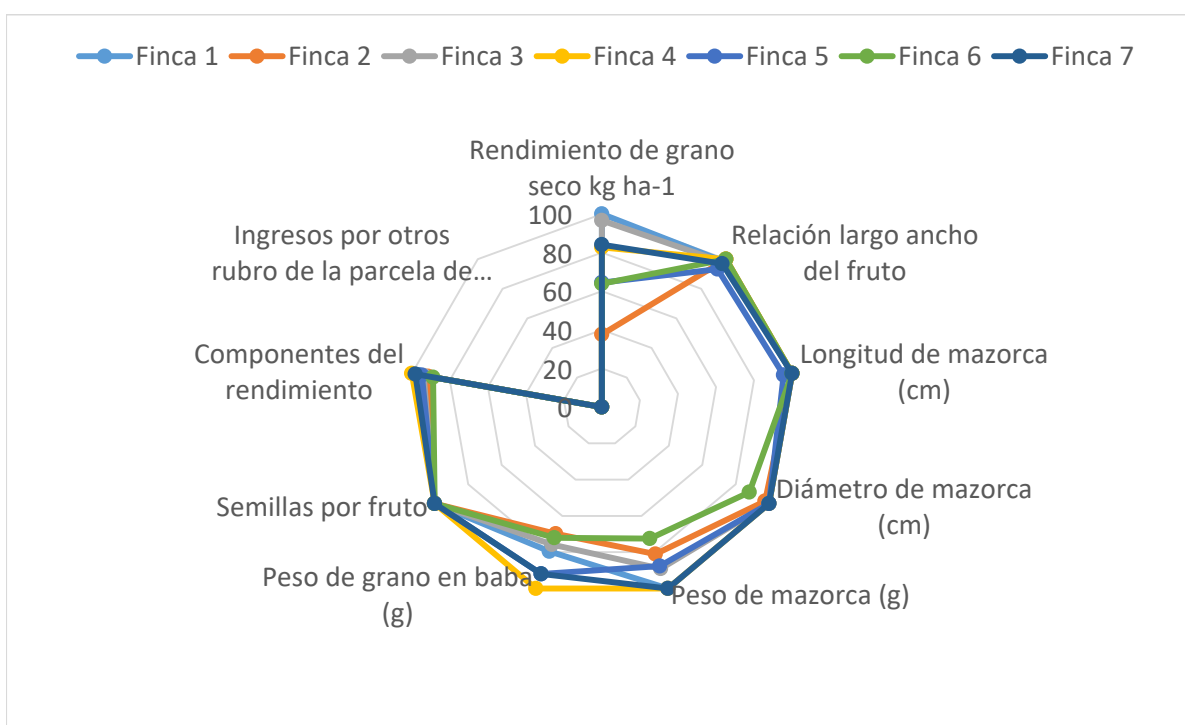


Figura 15. Nivel de desempeño de los indicadores y sub-indicadores del atributo de Productividad.

las fincas obtuvieron buena sostenibilidad (Anexo 9, Figura 6).

La información proporcionada por los productores de las fincas 1, 3, 4 y 7 reportaron rendimientos de 569.12, 386.57, 330.73, 336.46 kg ha⁻¹ (Anexo 10), con sostenibilidad óptima debido a que el nivel productivo es igual o superior al promedio nacional de 400 kg ha⁻¹ reportado por Freguin-Gresh, et al. (2022 p. 43).

Con relación al indicador ingreso por otros rubros, los productores no reportaron ingreso por venta de plátano, pejibaye, mamón chino, zapote, aguacate, limón, guanábana, nancite, coco, especies que se encuentran incorporadas en las parcelas de cacao conformando un sistema agroforestal, a pesar de que en las fincas existen algunas de estas especies frutales por lo general la utilizan para consumo familiar y no lo venden por razones de distancia, muy limitado acceso al mercado y disponibilidad de transporte.

Con respecto al indicador componentes del rendimiento que reúne sub-indicadores que describen características del fruto de cacao, el resultado del análisis de sostenibilidad dio valores desde 88.8 hasta 100 % (Anexo 9, Figura 6), lo que se interpreta como sostenibilidad óptima. Este resultado se debe al buen comportamiento de los subindicadores relación longitud: diámetro del fruto donde las mediciones de campo dieron valores de 1.8 a 2.26 cm (Anexo 10), que al compararse con el estudio realizado por Ayesta, et al. (2013 p.6) en Waslala zona productora de cacao obtuvieron un promedio de 1.92.

El análisis de sostenibilidad para el subindicador longitud de la mazorca de cacao se obtuvieron valores de 95.6 a 100 % (Anexo 9), para todas las fincas presentaron una sostenibilidad óptima encontrándose en la misma categoría. Las mediciones de campo efectuadas en las fincas se encuentran en un rango de 16.5 a 20.8 cm, para este estudio solo la finca 5 obtuvo un promedio menor al obtenido por Ayesta *et al.*, (2013, p.6) de 17.26 cm, mientras que la finca 4 presentó el máximo valor del rango, el resto de las fincas dieron valores superiores a 17.26 cm.



Figura 19. Medición de longitud, largo, diámetro y peso de la mazorca.

Los valores obtenidos a partir del análisis de datos del subindicador diámetro de la mazorca indican que las fincas obtuvieron valores de 88.18 hasta 100 % interpretada como sostenibilidad óptima (Anexo 9, Figura 7). Las mediciones de campo proporcionaron valores de 7.91 a 9.92

cm que al compararse con el estudio realizado por Ayesta, et al. (2013 p. 6) en Waslala zona productora de cacao obtuvieron un promedio de 8.97 cm, sin embargo, la finca 6 presentó el menor diámetro de la mazorca de cacao.

El análisis de datos del peso de mazorca las fincas 1, 2, 3, 4, 5 y 7 alcanzaron un valor entre 81.1 a 100 % de desempeño, que significa una sostenibilidad óptima, sin embargo, la finca 6 cuenta con un valor de 72.52 % de desempeño que se considera buena sostenibilidad. Las fincas con sostenibilidad óptima presentaron un promedio de peso de la mazorca de 553.9 hasta 836.7 g (Anexo 10), mientras que el valor reportado en estudio realizado en Waslala por Ayesta et al., (2013 p. 6) es de 683 g; lo que significa de la existencia de árboles de cacao que dan pesos superiores a este valor en las fincas estudiadas. Solamente la finca 6 presento un valor de 495.3 g. el cual se considera bajo.

Mediante el análisis de datos de peso de grano en baba las fincas 1, 2, 3 y 6, cuentan con un nivel de desempeño de 69.86 a 79.58 %, que se considera sostenible, mientras que las fincas 4, 5 y 7, dan un valor de 91.98 a 100 % de desempeño, el cual nos muestra que estas cuentan con una sostenibilidad óptima. Las mediciones en campo dieron para las fincas 1, 2, 3 y 6 pesos de 130.7 a 148.90 g de grano en baba por fruto, las cuales cuentan con buena sostenibilidad, mientras que la finca 4, 5 y 7 cuentan con valores de 172.2 a 187.1 g de grano en baba por fruto, para determinar el valor optimo se tomó el valor más alto que fue 187.1 g.

El indicador número de semillas por fruto, las fincas cuentan con un valor de desempeño de 100 %, contando con una sostenibilidad óptima. Mediante los datos obtenidos en la contabilización de las semillas por fruto dieron entre 40.3 a 47.1, superando el valor reportado por Ayesta et al., (2013 p. 6) de 39 semillas por fruto. Es probable que la proliferación de abejas (*Forcipomyia spp*), actúen en la polinización de la plantación de cacao ya que los productores no realizan control químico, eso indica que las abejas se presenten en grandes cantidades, esto nos demuestra que podemos obtener mayor número de semilla y buena producción de cacao.

5.4.2 Atributo de estabilidad, resiliencia y confiabilidad.

De acuerdo con el análisis de datos del *indicador edad de la plantación* la finca 1 y 7 obtuvieron un desempeño de 80 % calificada de buena sostenibilidad, esto se debe a que dichas plantaciones

tienen edades de 4.5 a 30 años (Anexo 12, Figura 8), mientras que el resto de las fincas alcanzaron valores del 100 % de desempeño que significa sostenibilidad óptima, presentaron edades de 8 hasta 22 años. Según Orozco y Sampson (2016, p. 19), expresa que la plena producción de cacao se encuentra entre las edades de 8 a 25 años, las plantaciones con edades de 2 a 7 años se obtienen productividades bajas pero va en aumento, por lo tanto la sostenibilidad va aumentando, cuando la plantación se encuentra en edad avanzada (> 26 años), es probable que su productividad ya no sea sostenible ni competitiva.

Conforme al análisis del *indicador riesgo de abandono de la plantación* la finca 2, 4, 5 y 7, presentaron un desempeño del 60 %, ya que los propietarios tienen edades de 54 hasta 65 años, no disponen de la participación de hijos en apoyo al manejo de la plantación de cacao y es considerado medianamente sostenible, las fincas 1 y 6 presentaron edades de 64 y 55 obteniendo el 80 %, considerada buena sostenibilidad debido a que cuenta con la participación de 5 y 2 hijos respectivamente (Anexo 12, Figura 8), mientras que la finca 3 alcanzó el desempeño más alto de un 100 %, dado que el productor tiene 44 años y además están involucrado 2 hijos, encontrándose en el valor óptimo ya que Barrezueta (2018, p. 52) indica que la edad adecuada para mantener sostenible la plantación de cacao debe ser de 15 a 54 años y la colaboración de los hijos.

El *indicador orientación de las hileras de árboles de cacao* se determinó que la finca 2, 3, 4, 6 y 7 obtuvieron un desempeño del 20 %, encontrando en la plantación establecida las hileras paralelas a la pendiente, lo que es considerado no sostenible, mientras que las fincas 1 y 5 presentaron hileras perpendiculares a la pendiente obteniendo el 80 % de desempeño y considerada como buena sostenibilidad. De acuerdo con la escala de valoración se determinó que el valor óptimo en las fincas con cacao establecido en hileras orientadas a cuervas a nivel o perpendiculares a la pendiente, con la finalidad de evitar la pérdida del suelo. En las fincas en estudio se determinaron pendientes de 0.68 a 3.18 % considerados en la clasificación como suelos planos esto facilita el manejo de la plantación de cacao.

Los resultados para el *subindicador frecuencia de la poda de hijos* obtuvo un nivel de desempeño del 20 % para las fincas 1 y 6, considerada como un agro ecosistema no sostenible, ya que realizan 1 vez al año la poda, 40 % para la finca 7, esto debido a que realizan esta labor dos veces de manera anual y se considera como bajo nivel de sostenibilidad, mientras las demás

fincas presentan un nivel de desempeño del 100 % realizando de 12 a 24 podas en el año (Anexo 11, Figura 8), superando de manera evidente el valor óptimo que indica que la poda de chupones puede efectuarse 5 veces al año, esto como recomendación por el INTA (2009 p. 30).

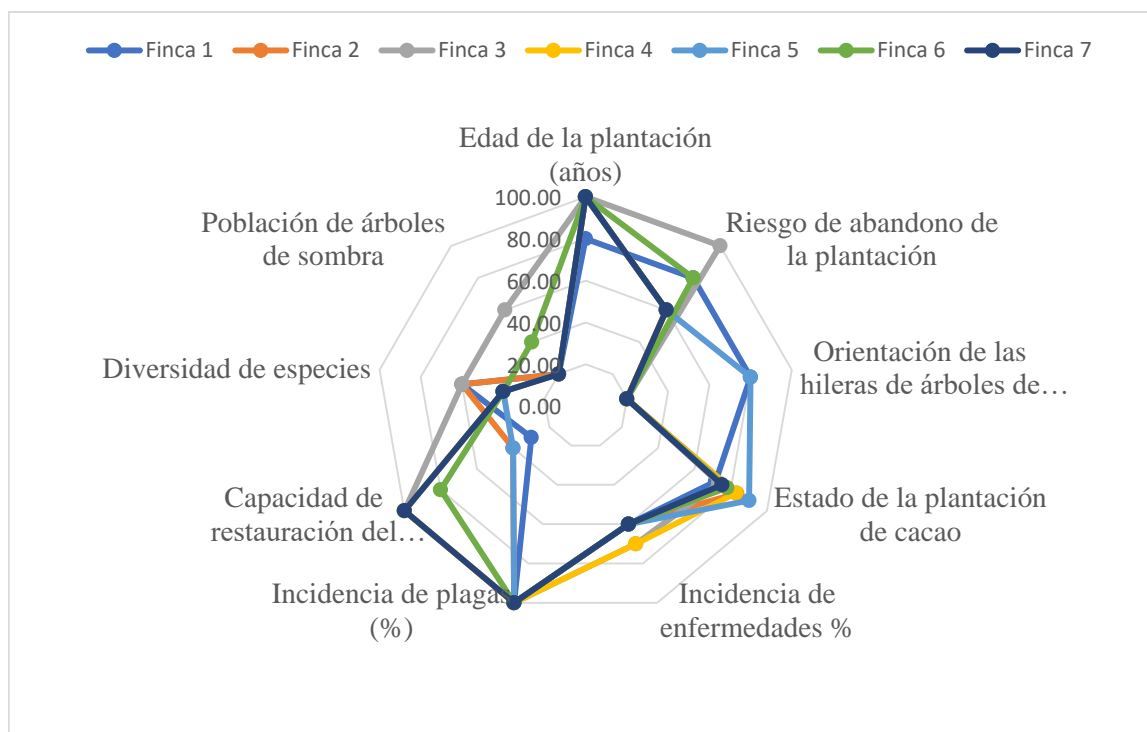


Figura 23. Nivel de desempeño de los indicadores y subindicadores del atributo estabilidad, resiliencia y confiabilidad.

En cuanto a la *altura de horqueta* la finca 3 presentó el 53.93 % de desempeño calificada como medianamente sostenible, dado que la plantación en promedio presenta una altura de 80.9 cm, las fincas 1, 2 y 6 presentaron valores entre el 62.87 % hasta 75.50 % considerada como buena sostenibilidad, y la 4, 5 y 7 obtuvieron valores de 83.80, 93.40, y 100 % respectivamente, considerada como sostenibilidad óptima, pues presentan alturas entre los 113.25 cm y 182.05 cm, cercanas y otras superiores al nivel óptimo de 130 a 150 cm y de acuerdo con Meléndez (1991), citado por González y Pineda (2021, p.22) expresa que “facilita la poda de las plantaciones y el manejo de enfermedades”. Se determinó que el cultivo de cacao tiene buen comportamiento de adaptabilidad en estas condiciones climáticas presentando una buena altura y arquitectura en su horqueta, la cual coincide con la media obtenida por Villega (2009 p. 24) en su investigación sobre caracterización morfológica de cien árboles promisorios de

Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN la cual fue de 140 cm bajo condiciones óptimas de desarrollo para el cultivo.

En el **subindicador número de ramas** la finca 7 presenta el nivel de desempeño más bajo de 55 %, debido a que se contabilizaron un promedio de 1.65 (0.67) ramas por árbol, debido a que fue realizada una poda de rehabilitación dado que los árboles tenían la edad de 30 años, fue considerado medianamente sostenible. Las fincas 3, 5, 2 y 1 presentan niveles de desempeño entre 70 a 80 %, obteniendo buena sostenibilidad, observándose ramas entre 2.1 (0.48) a 2.40 (0.94) y las fincas 4 y 6 los más altos con 93.33 y 98.33 % respectivamente, siendo las más cercanas al valor óptimo que es de 3 a 5 ramas de acuerdo con el INTA (2009 p. 5).

De acuerdo con el análisis del **subindicador distancia entre hilera y planta** las 7 fincas obtuvieron un nivel de desempeño de 91.67 a 100 %, considerada como sostenibilidad óptima, ya que las fincas presentaron distancias de 2.9 a 3.86 m entre hileras y 2.75 a 4.08 m entre planta, según Sánchez *et al.*, (2017 p. 50) menciona que, en Nicaragua la distancia de siembra recomendada es de 3 metros por 3 metros entre hilera y planta ya sea cuadrado o triángulo.

Para el **subindicador auto sombra** la finca 2 presentó el 60 % de desempeño, considerada medianamente sostenible, la medición del nivel de auto sombra fue un 80 %, esto conlleva que las plantaciones de cacao presentan una sombra densa por mucho follaje impidiendo el paso de los rayos solares y creando un microclima húmedo, provocando la propagación de enfermedades, las fincas 1, 3, 4, obtuvieron un nivel del 80 %, de desempeño, alcanzaron 32, 33 y 67.6 % de auto sombra respectivamente, logrando buena sostenibilidad, seguidamente las fincas 5, 6 y 7 obtuvieron el 100 %, de desempeño, considerándose sostenibilidad óptima, midiéndose auto sombra de 40.75, 56 y 42.4 % respectivamente. El porcentaje de auto sombra producida por el follaje del cacao debe ser de 40 a 60 %, mismo valor que es seleccionado como óptimo de acuerdo con la escala de valoración.

El nivel de desempeño para el **subindicador estado físico de los árboles** está influido por el estado de sanidad y vigorosidad de cada planta, las fincas 3 y 4 obtuvieron un nivel de desempeño del 10 % considerado como no sostenible, ya que los árboles presentaban daños físicos como: ramas quebradas o quemadas por el sol, síntomas y signos de afectaciones por enfermedades. Las fincas 1 y 7 presentaron el 55 y 50 % respectivamente de desempeño determinado medianamente sostenible, seguidamente la finca 5 obtuvo el 75 % considerado

como buena sostenibilidad, observándose árboles medianamente vigoroso y con bajo nivel de síntomas de enfermedades, opuesto a esta situación, las fincas 2 y 6 presentan un nivel de desempeño del 100 % debido a que los árboles tenían la mejor apariencia de sanidad y vigor.

Mediante el análisis de datos para el **subindicador porcentaje de sombra al cacao**, la finca 7 alcanzó un nivel de desempeño del 40 %, la medición obtenida fue del 5.5 % de sombra, considerada con bajo nivel de sostenibilidad, seguidamente las fincas 1, 2 y 6 obtuvieron valores del 60 % de desempeño con un 54, 16 y 16 % respectivamente de sombra al cacao (Anexo12, Figura 8), determinada como medianamente sostenible, en cambio las fincas 3, 4 y 5 presentaron el 80 % de desempeño, alcanzando el 24.6, 43 y 26.75 % de sombra respectivamente, considera como buena sostenibilidad, según la escala de valoración se determinó que el valor óptimo debe de ser de 30 a 40 % de sombra al cacao, de acuerdo a Romero (2016, p. 12), indica que el porcentaje de sombra debería de ser del 20 a 40 %.

En el **subindicador densidad de árboles de cacao**, la finca 6 obtuvo el 47.98 % de desempeño, debido a una población de 392 árboles de cacao por hectárea, y es considerado como un agro ecosistema medianamente sostenibilidad, la finca 3 logró un nivel de desempeño del 67.32 % teniendo una población de 550 árboles, seguidamente las fincas 1, 2, 4, 5 y 7 obtuvieron valores de 83.23 hasta 100 % considerada como sostenibilidad óptima, ya que se encontraron plantaciones de 680 hasta 944 árboles por hectárea. De acuerdo a la literatura consultada en una hectárea se deben sembrar 817 árboles, citado por Ayesta (2009).

En cuanto a la **incidencia de plagas y enfermedades**; las fincas 1, 2, 5, 6 y 7 alcanzaron un valor de desempeño de 60 a 70 %, donde la mayor afectación se dio por moniliasis (*Monoliophthora roreri*), de un 20 a 40 %, lo cual significa que estas fincas cuentan un nivel de sostenibilidad baja, siendo las que presentaron un promedio de afectación del 35.52 al 59.63 % de frutos dañados, en este caso se supone que dichas afectaciones se deben al mal manejo de podas y deschuponado en las plantaciones, dado que hay fincas que solo realizan de 1 a 2 veces por año, lo cual favorece un clima más propicio para la proliferación de enfermedades provocadas por fitopatógenos. Las fincas que presentaron un menor índice de afectación fueron la 3 y 4 con un 17.63 y 17.77, siendo las menos afectadas acercándose al valor óptimo del 0 a 5 % de afectación según Cubillos *et al*, (2019, p. 2). Con respecto a la incidencia de plagas por vertebrados como pájaros y ardillas, todas las fincas cuentan con 100 % de desempeño con una Sostenibilidad

óptima, ya que cuentan con afectaciones mínimas por plagas con un 0.17 a 3.31 % de frutos dañados.

La *capacidad de restauración de los sistemas de cacao*, las fincas 1, 2, 5, 6 y 7 cuentan con un valor de desempeño de 30 a 40 %, lo que significa medianamente sostenible, Las fincas que cuentan con una sostenibilidad medianamente sostenible son fincas que están en recuperación debido a los fenómenos naturales, ya que fueron afectadas por vientos fuertes, huracanes e inundaciones, por otra parte las fincas 3 y 4 cuentan con un nivel de desempeño de 80 a 100 %, siendo estas las que se han recuperado completamente lo que quiere decir que mostraron una mayor resiliencia.

Al analizar los resultados de *diversidad de especies* las fincas 5 y 7 resultan con un desempeño de 40 a 50 % lo que indica que éstas cuentan con una sostenibilidad medianamente sostenible, por otra parte, las fincas 2, 3 y 6 cuentan con valores de 60 a 70 % de desempeño calificándose como buena sostenibilidad, y en este caso la finca 1 resalta con un 100 % de desempeño mostrando una óptima sostenibilidad. Las fincas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 manejan una diversidad de 4 a 7 especies de frutales y forestales; por otra parte, la finca 1 presenta la mayor diversidad con un total de 10 especies (5 frutales y 5 forestales). Para determinar la diversidad si es baja o alta a nivel de finca se aplicó la herramienta de análisis a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener, el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección, tomando en cuenta que el índice puede variar en los ecosistemas entre un 0,5 y 5, aunque un valor normal esta entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad.

Las fincas en estudio presentaron una diversidad de especies forestales de 1.04 a 1.93 de diversidad esto según el índice de Shannon-Wiener (Anexo 13). Lo cual un 80 % de las especies se encuentran en los sistemas de cacao conformado por 18 especies, las cuales el 90 % están presentes como sombra al cacao, al igual se estima que el otro uso probable que les dan es uso maderable, energético o consumo de alimentos debido a las especies que se encontraron, donde en él se muestran las especies presentes y cada uno de los usos que brindan (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diversidad de especies de árboles más comunes

Nombre común	Nombre científico	Usos				
		Madera	Energético	Cerca viva	SAF	Frutas
Musáceas	<i>Musa spp</i>		X		X	X
Mamón chino	<i>Nephelium lappaceum</i>		X		X	X
Naranja dulce	<i>Citrus × sinensis</i>		X		X	X
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	X		X	X	
Aguacate	<i>Persea americana</i>		X		X	X
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	X		X	X	
Helequeme	<i>Erythrina fusca lour</i>	X		X	X	
Laurel	<i>Lurus nobilis</i>	X		X	X	
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	X		X	X	
Mango	<i>Mangifera indica</i>		X		X	X
Tiguaitil	<i>Genipa america L.</i>	X		X	X	
Cajura		X	X	X	X	
Corozo	<i>Acrocomia aculeata</i>	X		X	X	
Carol	<i>Cassia grandis L.</i>	X		X	X	
Guaba	<i>Inga edulis</i>	X	X	X	X	X
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X		X	X	
Concha Lagarto	<i>Brunellia mexicana DC.</i>	X		X	X	
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	X		X	X	

Del **indicador población de árboles de sombra** las fincas 1, 2, 4, 5, 6 y 7 obtienen un valor de 20 y 40 % de desempeño, significa un nivel bajo de sostenibilidad, en cambio la finca 3 cuenta con un 60 % de desempeño, siendo esta medianamente sostenible. La población de los árboles en la finca 1 es la que más resalta dado que se encontraron 280 árboles, superando a las demás fincas (Anexo 12). Dicha población de árboles de sombra al cacao supera el promedio por manzana según la edad de la plantación al considerar que, de 0 a 9 años, se deben establecer de 80 a 100 árboles. Mientras cuando tenga de 10 a 20 años, su población recomendada es 36 a 42 árboles. Al compararse estos datos con los de las fincas en estudio se concluye que hay una sobrepoblación de árboles.

Análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Propiedades físicas del suelo

La condición física del suelo, determinan la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje, la plasticidad, y la retención de nutrientes García, et al., (2004 p.2). Las principales propiedades físicas que influyen en el desarrollo de los cultivos son los siguientes: textura del suelo, profundidad efectiva del suelo y pendiente del área.

Mediante el análisis de datos del indicador propiedades físicas del suelo, la finca 2 obtuvo un desempeño del 58.33 % considerado medianamente sostenible, el resto de la finca presentaron un nivel de desempeño del 71.67 a 77 % calificado como buena sostenibilidad.

El subindicador *textura de suelo* presentó un nivel de desempeño del 20 % en las fincas 1, 2, 3, 4 y 6 considerado como no sostenible, presentando una clase textural arcilla 51.75 %, 32.34 % limo y 15.90 % arena, mientras que las fincas 5 y 7, tienen suelos franco-arcillosos mostrando un promedio de 35.98 % arcilla, 33.16 % arena y 30.86 % limo, considerado con bajo nivel de sostenibilidad. Los suelos óptimos más apropiados para el cacao son los francos según Arce, (2003 p. 12), debido a que facilitan una mayor profundidad de raíces, infiltración del agua, presencia de materia orgánica y nutrientes. La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. Los suelos arcillosos son pesados, su drenaje es lento lo que provoca formación de escorrentía, esto puede ocasionar erosión o inundación en la plantación de cacao, no se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes, son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos, p.7.



Figura 9. Uso del barreno para determinar la profundidad efectiva del suelo.

Las fincas 1, 3, 4, 5, 6, y 7 obtuvieron un nivel de desempeño de 100 % en el subindicador *profundidad efectiva del suelo*, considerado con sostenibilidad óptima, ya que presentaron una profundidad menor de 85.50 cm y mayor de 100 cm, la finca 2 presentó un desempeño del 55 %, calificado como medianamente sostenible (Anexo 15).

A pesar de que es buena la profundidad de los suelos no es la óptima, debido a la calidad de suelo, (Figura 9), ya que son suelos arcillosos y compactados por lo tanto la presión del crecimiento radical es baja por la cantidad de macro poros, esto puede ocasionar caída de árboles de cacao y especies forestales principalmente los árboles más grandes. El crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao depende de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes y capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de los árboles y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal que puede alcanzar hasta los 150 cm de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten, citado por Paredes Arce (2003 p. 12).



Figura 10. Medición para determinar la pendiente en el área de cacao.

Otro elemento importante es la *pendiente del área* (%), de acuerdo con la escala de valoración se consideran pendientes de 0 a 5 % como óptimo. Todas las fincas presentaron un nivel de desempeño del 100 %, considerado una óptima sostenibilidad, obteniendo pendientes de 0.68 a 3.18 % (Figura 10, Anexo 16). Con este tipo de pendientes se le facilita las labores agrícolas de mantenimiento y cosecha, las pendientes de 2 a 5 % se consideran casi planos y ligeramente inclinados (FAO 2009, p. 12), por lo tanto, la

velocidad del agua es menor y los arrastres de suelo son mucho menores.

Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas entre ellas: pH del suelo, conductividad eléctrica (uS/m), materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, capacidad de intercambio catiónico (Medina C., *et al.* 2018 p. 143).

De acuerdo al análisis de datos del indicador *propiedades químicas*, las fincas 1, 2, 3 y 7 obtuvieron un nivel de desempeño del 80 % para el subindicador *pH del suelo*, considerado con buena sostenibilidad ya que alcanzaron pH menor de 5.64 y mayor de 6.77, la finca 4, 5, y 6 presentaron un nivel de desempeño del 100 % obteniendo pH de 6.36 a 6.48 considerado como optima sostenibilidad debido a que el requerimiento para un desarrollo óptimo del cultivo de cacao es del rango de 6 a 6.5 (Romero 2016, p. 12).

El pH del suelo expresa la actividad de los iones de hidrogeno en la solución del suelo este afecta la disponibilidad de nutrientes minerales para las plantas, así como a muchos procesos del suelo (FAO, 2009, p. 42). Según Arce (2003, p. 13) e INTA, (2009, p. 9) el cultivo de cacao presenta buenos rendimientos con un nivel de pH entre los 6.0 a 6.5, aunque puede adaptarse a varios niveles, de entre suelos muy ácidos con pH de 4.5 hasta suelos alcalinos con pH de 8.5, con producciones deficientes (Romero 2016, p. 27).

Durante el análisis de datos del subindicador *conductividad eléctrica (uS/m)*, la finca 3 presentó un desempeño del 80 %, mostrando un valor de 120.27 (uS/m), los cual se considera como buena sostenibilidad, calificándose el suelo con baja salinidad, seguidamente las fincas 1, 2, 4, 5, 6 y 7 obtuvieron un nivel de desempeño del 100 %, considerada como sostenibilidad óptima, presentando valores de 29.59 hasta 76.17 (uS/m) considerándose suelos no salinos. De acuerdo con la escala de valoración se determinó que el valor óptimo es < 100 (uS/m) que significa suelos no salinos.

El subindicador contenido de *materia orgánica (%)*, las fincas 2, 5 y 6 demostraron un nivel de desempeño de 66.40 hasta 78.80 %, considerado con buena sostenibilidad, presentando valores de 3.32 a 3.94 %, de materia orgánica seguidamente las fincas 1, 3, 4, y 7 obtuvieron un desempeño de 85 hasta 99.22 % considerada como óptima sostenibilidad ya que las fincas presentaron valores de 4.25 a 4.96 %.

La materia orgánica se refiere a la cantidad de restos orgánicos que se encuentran alterados, por lo tanto, pueden dar lugar en aumentar el contenido de nutrientes del suelo, tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico y favorece el desarrollo de la microfauna edáfica, la microestructura evitando la erosión del suelo, (Garrido, 1994, p. 24).

Según Kass (1996 p. 100) señala que, el contenido de materia orgánica es un índice que permite estimar en forma aproximada las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes. La materia orgánica mejora propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos de 2 % de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5 % es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5 %.

En cuanto al subindicador de **nitrógeno**, las 7 fincas cuentan con un nivel de desempeño del 100 % contando con una sostenibilidad óptima. Mediante el análisis de laboratorio se reportan porcentajes del 0.3 a 0.53 % de (N total), las cuales superan el valor mínimo del 0.2 % que se estima es el óptimo en los suelos según Orozco y Sampson, (2016, p. 31).

El nitrógeno predomina en climas tropicales, suelos bien aireados y húmedos con bajos índices de acidez, puede ser absorbido rápidamente por la mayoría de las plantas de importancia agrícola; las plantas lo absorben en mayor cantidad en forma aniónicas oxidadas como nitrato (NO_3^-). La función del nitrógeno tiene relación con efectos fácilmente observables en las plantas tales como: estimula el crecimiento vegetativo y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas, a su vez incrementa la masa protoplasmática, sustancia que se hidrata fácilmente y produce succulencia foliar citado por Kass, D. (1996, p. 10).

Según el subindicador de **Fosforo disponible** las fincas 3 y 4 cuentan con un nivel de desempeño de 15.20 a 20.00 % en este caso estas fincas no son sostenibles en este indicador (Anexo 15, Figura 11), por otra parte, las fincas 2 y 7 presentaron un nivel de desempeño de 28.47 a 29.33 % contando con bajo nivel de sostenibilidad; las fincas 1, 5 y 6 fueron las que presentaron un nivel de desempeño medianamente sostenible ya que se encontraban entre un 46.60 a 51.93 %. Con respecto al análisis de suelo las fincas presentaron un promedio de 2.28 a 7.69 ppm, lo cual indica deficiencia de Fosforo disponible, debido a que no superan los valores óptimos de 10 a 20 ppm según Orozco y Sampson (2016, p. 31).

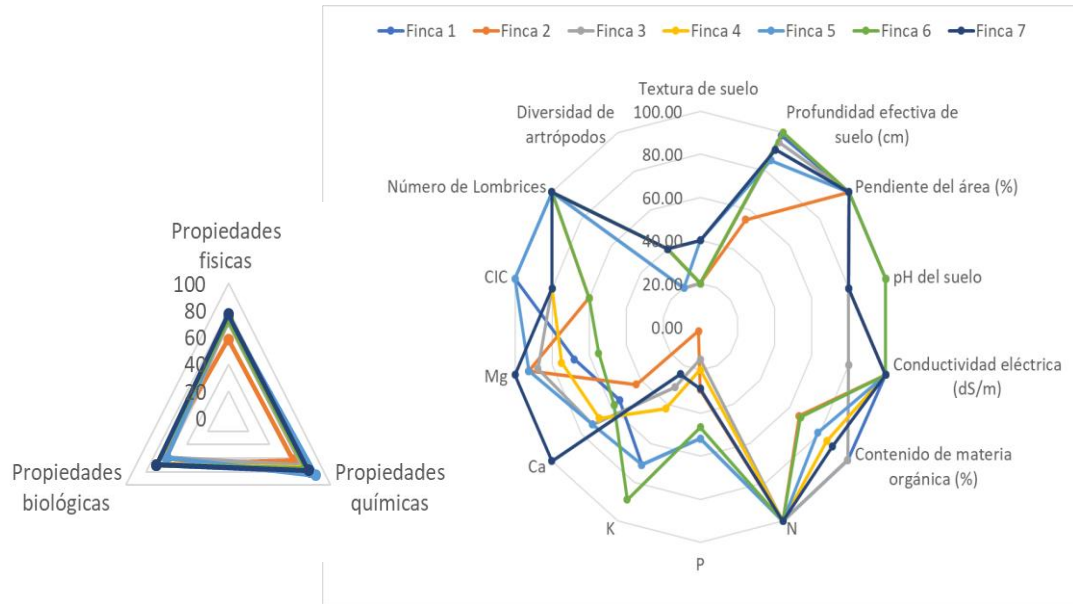


Figura 33. Nivel de desempeño de fincas en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

El papel del fósforo es fundamental en el proceso biológico y bioquímico de las plantas. Se encuentra en fuertes concentraciones en los tejidos meristemáticos, sede del crecimiento activo de las plantas. Por su parte activa en la síntesis de proteína, si hiciese falta, se produciría menor crecimiento de la planta y fuerte reducción del área radical. Se acumula en las semillas para activar los mecanismos meristemáticos del embrión, durante la germinación citado por Kass, D. (1996, p. 12).

En cuanto al análisis del subíndice **Potasio disponible**, la finca 2 cuenta con un nivel de desempeño de 2.22 % lo cual significa que no es sostenible, por otra parte, la 3, 4 y 7 presentan un nivel de desempeño de 24.44 a 42.22 % encontrándose en una sostenibilidad baja, sin embargo, solo las fincas 1, 5 y 6 cuentan con un nivel de 71.11 a 88.89 % de desempeño, mostrando una buena sostenibilidad. En el análisis realizado de suelo muestra que la finca 2 presenta un rango de 0.01 mEq/100 g suelo de potasio, mostrando que es la finca que cuenta con más deficiencia de este, por otra parte, el resto de las fincas se encontraban entre los rangos óptimos y algunas lo superaron ya que presentaron valores de 0.4 a 0.32 mEq/100 g suelo de Potasio disponible (Anexo 16) encontrándose entre el rango óptimo según Orozco y Sampson (2016, p. 31), los cuales pueden ir del 0.3 a 0.6 mEq/100 g suelo.

El Potasio participa en diversos procesos dentro de las plantas como: respiración, fotosíntesis, síntesis de clorofilas y regulación del contenido hídrico; gracias a su función osmótica. Además, favorece la acumulación de azúcares dentro de ellas, por que participa como activador de enzimas que intervienen en el metabolismo glucídico. Los efectos del Potasio en los productos de cosecha son variados, mejora el color de los frutos, su contenido de azúcar, el contenido de almidón, citado por Kass, D (1996, p. 16).

En el subindicador de **Calcio** las fincas 1, 2 y 6 mostraron un nivel de desempeño de 43.08 a 58.08 % las cuales presentan una sostenibilidad medianamente sostenible, en cambio la finca 3, 4 y 5 presentan un valor de 68.17 a 72.67 % de desempeño lo cual indica que estas cuentan con buena sostenibilidad, por otra parte, la finca 7 fue la que presento un 100 % de desempeño situándose con una óptima sostenibilidad. Los valores obtenidos del análisis de suelos fueron de 5.17 a 12.67 mEq/100 g suelo, encontrándose entre los valores optimo que son de 4 a 20 mEq/100 g suelo, según lo expresan Orozco y Sampson, (2016, p. 31).

El Calcio tiene gran importancia como regulador del metabolismo vegetal, actuando juntamente con otros elementos como el Potasio. La mayor parte del Calcio se encuentra en forma soluble dentro de la planta; estimula el crecimiento radicular y la formación de nódulos en especies leguminosas. Un adecuado contenido favorece la absorción y transporte de fosforo, mientras que su actividad enzimática es poco importante citado por Kass, D (1996, p. 18).

De acuerdo al subindicador de **Magnesio disponible**, la finca 6 presento un nivel de desempeño de 55.00 %, siendo medianamente sostenible, por su parte las fincas 1 y 4 con un nivel de desempeño de 68.00 a 75.00 % se consideran con buena sostenibilidad, sin embargo, las fincas 2, 3, 5 y 7 son las que más resaltaron debido que su nivel de desempeño es de 87.67 a 100 % lo cual se estima como sostenibilidad óptima. En el análisis de suelo las fincas expresaron valores que van de 1.65 a 3.57 mEq/100 g suelo, encontrándose entre los valores óptimos, dado que estos pueden ir de 1 a 5 según Orozco y Sampson, (2016, p. 31).

El Magnesio es un elemento móvil dentro de las plantas, y participa en casi todas las reacciones que ocurren dentro de ellas, como activador enzimático. Por esto tiene un papel fundamental en las reacciones fisiológicas y bioquímicas internas. Es el único mineral que forma parte de la

clorofila. Además, es un elemento que ayuda en el proceso de síntesis de aceite de los cultivos oleaginosos citado por Kass, D. (1996, p. 19).

El subindicador de *Capacidad de intercambio catiónico*, muestra que las fincas 2 y 6 cuentan con nivel de desempeño de 60 %, lo cual significa ser medianamente sostenible, en cuanto a las demás obtienen un nivel de desempeño de 80 a 100 % siendo estas las que cuentan con una sostenibilidad óptima. El análisis de suelo se obtuvieron valores de 22.82 a 41.97 mEq/100 g suelo, siendo en este caso la finca 1 y 5 las que superaron el valor óptimo que es 40 mEq/100 g suelo.

La *CIC* es la propiedad química responsable en gran medida de la fertilidad de los suelos. Aunque desconocida por muchos, es la encargada de la producción mundial de alimentos. Es esa bóveda donde los suelos guardan los nutrientes necesarios para la vida de las plantas. Nutrientes como el potasio, el magnesio, el calcio, el nitrógeno, encuentran allí un lugar donde almacenarse y solubilizarse en el agua del suelo para formar así la llamada solución de suelo, y de esta manera poder ser absorbidos por las plantas (Bueno y Fernández, 2019, p. 9).

Propiedades biológicas del suelo

De acuerdo al subindicador *Número de lombrices* las 7 fincas cuentan con un nivel de desempeño del 100 % que muestran ser sostenible. En el muestreo de suelo indica la existencia de 417 a 2,604 lombrices por m².

Las lombrices de tierra son los organismos más importantes del suelo, especialmente en ecosistemas productivos, debido a su influencia en la descomposición de la materia orgánica, desarrollo de la estructura del suelo y el ciclo de nutrientes. Aristóteles las llamo “el intestino del mundo” y Charles Darwin, permaneció varios años observando la influencia que estas tenían en la formación de humus y transporte de suelo. A nivel mundial muchos agricultores, asocian la presencia de lombrices con la calidad del suelo. Diferentes artículos agrícolas reportan beneficios en las cosechas y en la estructura del suelo como consecuencia de la presencia de las lombrices (Ríos, 2005, p. 1).

Según la *Diversidad de artrópodos* en cada finca presentaron un nivel de desempeño de 20 a 40 % lo cual nos indica que éstas cuentan con una baja sostenibilidad. Seguidamente en el (Cuadro 9) se muestra detalladamente la diversidad de artrópodos y las especies con más presencia por

finca lo cual se pudo encontrar de 3 a 8 artrópodos por área de muestreo, donde los más comunes fueron hormigas, arañas, zompopos, gusano rosquillo, babosa, entre otros.

Cuadro 9. Diversidad de artrópodos por finca

Finca	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Diversidad	8	3	6	4	5	8	4
Especies	Comején, hormigas, arañas, zompopo	Hormigas, arañas, gusano rosquilla	Cien pies, araña, hormiga, cucaracha, gusano rosquilla, grillo.	Babosa, araña, hormiga, zompopo	Gusano rosquilla, araña, hormiga	Cucaracha, hormiga, zompopo, babosa	Araña, hormiga, zompopo

Los artrópodos son de importancia ecológica debido a su gran número y extrema variedad, muchos artrópodos poseen roles extremadamente importantes en los ecosistemas, ya que se encargan de polinizar, descomponer materia orgánica y controladores de plagas.

Manejo de suelo

El subindicador *cobertura de suelo (%)* presentó un desempeño del 82.50 % hasta 100 % en todas las fincas estudiadas, considerado de óptima sostenibilidad. Los suelos presentaron una cobertura de hojarasca de 59.17 a 88.83 %, esto indica que es un componente importante para el suelo ya que actúa como control de malezas, retención de humedad y disponibilidad de nutrientes. La plantación de cacao en la finca 7 tiene edad de 30 años, se observó podas en los árboles de cacao y una sombra arboles forestales de 4 %, se determinó que el 85 % de cobertura es formada por las malezas, este comportamiento se debe a falta de sombra, teniendo las malezas mayor disponibilidad de radiación solar, permitiendo que estas se desarrollen fácilmente.

Mediante el análisis del subindicador *intensidad de manejo de maleza* las fincas 2, 6 y 7 obtuvieron un desempeño de 50 % calificada como medianamente sostenible ya que esta labor la realizan 2 veces al año (Anexo 17, Figura 12). La finca 2 y 6 presentaron el 88.83 y 81.2 % de cobertura de hojarasca, el 80 y 60 % de auto sombra respectivamente, 1.67 y 17.3 cobertura de maleza respectivamente, esto indica que el productor no presenta problemas de malezas en la parcela de cacao, es por eso que solo realiza 2 veces el manejo de malezas.

La finca 4 presentó un nivel de desempeño del 75 % considerada de buena sostenibilidad, realizan 3 veces al año el control de malezas, obtuvo un valor de 85 % cobertura de hojarasca, 43 % sombra al cacao, 67.6 % auto sombra, y el 13 % de cobertura de malezas, seguidamente las fincas 1, 3 y 5 presentaron un desempeño del 100 % considerada de óptima sostenibilidad ya que realizan el manejo de malezas 4 veces al año. De acuerdo al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], (2009, p. 30) diseñaron un cronograma de actividades agrícolas para el cultivo de cacao, indicando que se debe realizar 4 veces al año el control de malezas, sin embargo, dadas las condiciones de alta precipitación que mantiene buenos niveles de humedad en el suelo, favorece la permanente presencia de malezas por lo que en la zona del Refugio de Vida Silvestre “Los Guatuzos” es necesario realizar más de 4 veces este control.

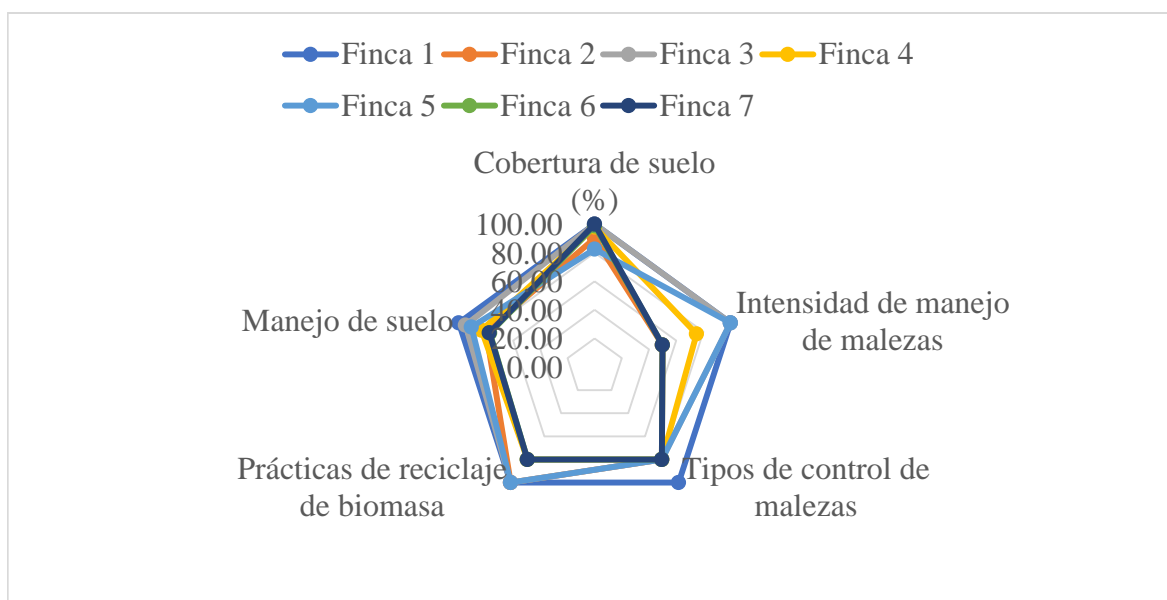


Figura 37. Nivel de desempeño en las parcelas de cacao con respecto al manejo de suelo.

En los **tipos de control de malezas**, la finca 1 presento un 100 % de desempeño, lo que indica que cuenta con una sostenibilidad óptima, esto se debe que en esta finca realizan el control de malezas con machete debido a que la incidencia de estas es baja porque el suelo se encuentra cubierto por hojarasca evitando su crecimiento. Sin embargo, el resto de las fincas mostraron un nivel de desempeño del 80 %, teniendo una buena sostenibilidad, se estimó que solo cierta parte del suelo está cubierto por hojarasca, por lo que utiliza control mecánico (machete, moto guadaña), el 86 % de los productores utilizan la moto guadaña ya que les permite hacer el trabajo

con más rapidez, ahorro en mano de obra, de igual manera evitan utilizar el uso de químicos (herbicidas), haciendo una consideración agroecológica, en caso de utilizar químicos se les dificulta dado que en la zona no se encuentran agro servicios disponibles.

En las **prácticas de reciclaje de biomasa** las fincas 1, 2, 3 y 5 presentaron un valor de desempeño de 100 %, lo que indica una óptima sostenibilidad, por otra parte las fincas 4, 6 y 7 mostraron un nivel de desempeño de 80 % las cuales presentaron una buena sostenibilidad, se estimó que en las fincas los productores hacen un manejo adecuado de restos de poda de cacao, árboles, malezas, hojarasca y abono orgánico, demostrando que si se utilizan correctamente se puede contribuir a una buena u optima sostenibilidad de las fincas. Todos estos recursos obtenidos a través del manejo del cacao permiten tener un proceso de reciclaje de nutrientes, que estos al incorporarse al suelo después de la descomposición se mineralizan y estarán disponibles al cultivo para su utilización en diferentes procesos fisiológicos que impactarán en los rendimientos del cacao.

Según Alegre et al. (2015, p. 2), el reciclaje es un proceso por el cual una materia o un producto ya utilizado ingresan nuevamente a un ciclo productivo. La naturaleza es reflejo fiel de la reutilización de materias como parte inherente de sus agroecosistemas. Los ciclos de nutrientes son una forma de reciclaje, su conocimiento ha sido base del entendimiento de muchos procesos y comportamientos de los elementos en el medio ambiente, por lo que los bosques son los agroecosistemas más estudiados para este propósito.

5.4.3 Atributo de adaptabilidad

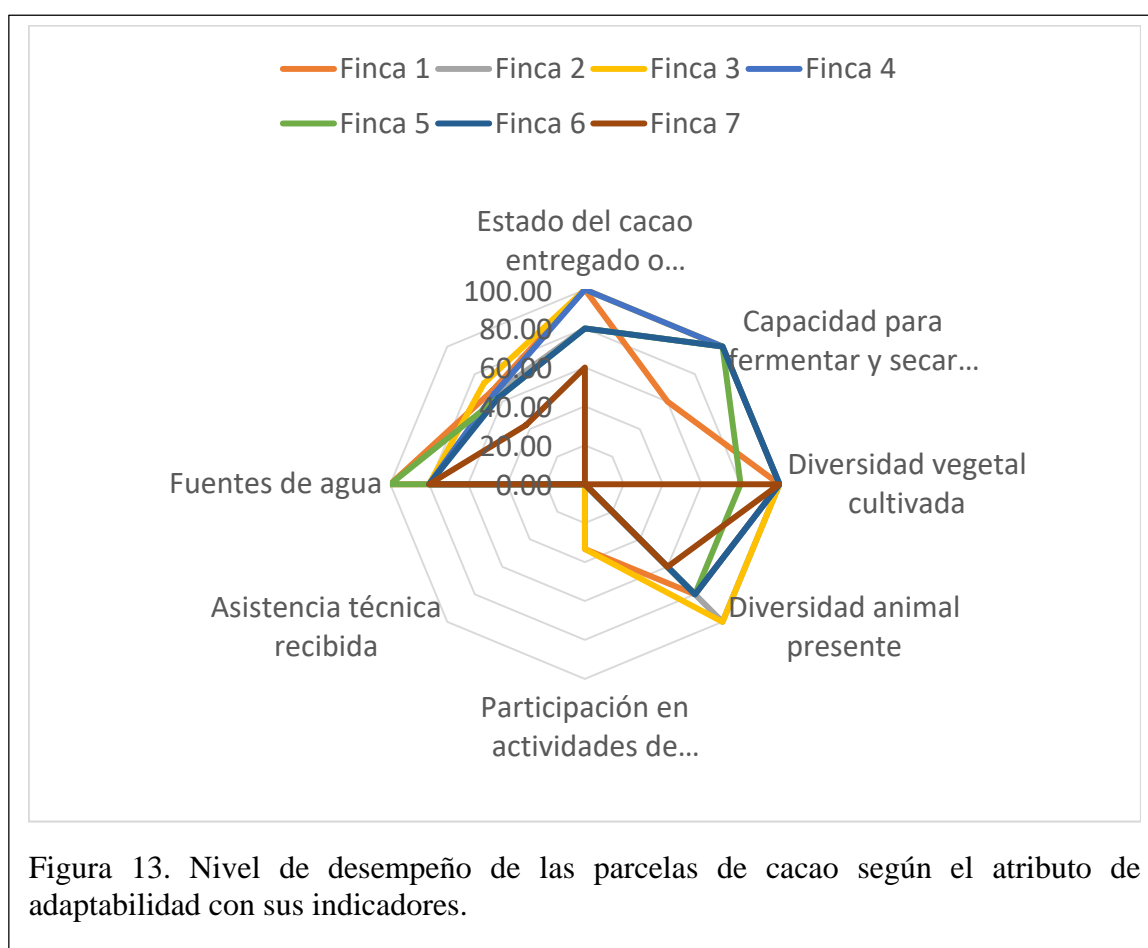
El indicador **estado del cacao entregado o vendido** obtuvo un nivel de desempeño del 60 % en la finca 7, considerado como medianamente sostenible, ya que el productor vende el cacao en baba en el mercado de Upala, Costa Rica y a un comprador nacional; las fincas 2, 5 y 6 presentaron un desempeño del 80 %, calificada como buena sostenibilidad ya que venden el cacao seco (cacao rojo) sin fermentar, seguidamente las fincas 1, 3 y 4 obtuvieron un nivel de desempeño del 100 %, considerado como óptima sostenibilidad, debido a que los productores venden el cacao seco fermentado. De acuerdo con la escala de valoración se consideró como valor óptimo la venta de cacao seco fermentado.

El análisis del indicador *capacidad para fermentar y secar el cacao* la finca 1 presentó un desempeño del 60 %, considerado como medianamente sostenible, dado a que el cacao lo fermentan en bolsas plásticas y los secan en tendal plástico, la finca 7 presentó un desempeño del 0 %, calificada como no sostenible, ya que no cuenta con estructura para secar y fermentar el cacao, este se vende en baba, el resto de las fincas obtuvieron un nivel de desempeño del 100 %, determinada como óptima sostenibilidad, porque los productores realizan el proceso de fermentado del cacao en bolsas plásticas y secan el grano en secador tipo Elva. Lo óptimo para fermentar y secar el cacao es en cajas escaleras o rohan y Secador Elva. Los productores tienen bajos conocimiento en el proceso de transformación para dar un valor agregado al cacao, la actual cooperativa no estaba apoyando el proceso de fermentación, los productores señalaron que no podían manejar este proceso, por lo tanto, deciden vender el cacao en baba o realizan una fermentación rápida, entregando el cacao al mercado local donde no les exigen el proceso de transformación.

Según el indicador *diversidad vegetal cultivada* en la finca presentó un nivel de desempeño del 80 % en la finca 5, considerada como buena sostenibilidad, tiene 9 especies de cultivos perennes, el resto de las fincas obtuvieron un nivel de desempeño del 100 % determinadas como óptima sostenibilidad. Las especies perennes que producen en las fincas en huerto casero plátano, naranja, limón ácido, mango, mamón chino, aguacate, malanga, quequisque, yuca, jocote ñonblom, tomate, ciertas especies de estas se encuentran en la parcela de cacao y para el caso de especies anuales como frijol, maíz y arroz se establecen en parcelas compactas. Se consideró como óptimo fincas que presenten mayor de 9 sp perennes y más 5 sp transitorias (cultivos de ciclo corto).

De acuerdo al sub indicador *diversidad animal presente*, la finca 7 presentó un nivel de desempeño de 60 % lo que indica ser medianamente sostenible, debido que solo cuenta con dos tipos de especies (gallina de patio, chompipe), por otra parte las fincas 1, 4, 5 y 6 obtuvieron un 80 % de desempeño, dado a que se encuentran 3 tipos de especies como (ganado vacuno, cerdos y gallinas de patio), sin embargo, solo las fincas 2 y 3 mostraron un 100 % de desempeño contando con una sostenibilidad óptima ya que se pudieron encontrar hasta 5 especies de animales (Patos, Chompipe, Ganado vacuno, Cerdo y Gallina de patio).

En cuanto a la **participación en actividades de capacitación** de los productores de cacao, la finca 1 y 3 mostraron un 33.33 % de desempeño considerándose en la escala como un nivel bajo de sostenibilidad, ya que solo han recibido una capacitación por el IPSA y ADTE en 2021, por otra parte, el resto de las fincas presentaron 0 % de nivel de desempeño debido que no han recibido ningún tipo de capacitación. Una de las limitantes que más se presenta es el poco acompañamiento de las instituciones del gobierno o no gubernamentales tales como (INTA, MEFCCA, entre otras, ya que las fincas presentaron un desempeño del 0 % en **asistencias técnicas recibidas**, (Anexo 19, Figura 13). Las causas del problema es la falta de comunicación esto debido a la distancia, transporte, siendo una de las limitantes más importantes.



En cuanto a **las fuentes de agua** las fincas 2, 3, 4, 6 y 7 mostraron un 80 % de desempeño lo que significa que estas se encuentran entre una buena sostenibilidad, ya que solo cuentan con pozo o quebradas, sin embargo, las fincas 1 y 5 cuentan con un 100 % de desempeño, considerada como óptima sostenibilidad, debido a que disponen de Pozo, Rio, y el acceso a

Agua potable. Se considera con un valor óptimo el agua potable dado que la empresa nicaragüense ENACAL, afirma que contribuye a la salud de las personas ya que esta es sometida a un proceso de purificación, y que cumple ciertas normas de calidad, de igual manera se realiza un estudio antes de realizar el pozo para determinar si el agua es apta para el consumo humano.

5.4.4 Atributo de equidad y autogestión

Equidad: es la capacidad del sistema de distribuir de manera justa, tanto intra como inter generacionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales (Masera et al., 2008, p. 5).

El indicador *integración familiar en las actividades de la parcela* obtuvo un nivel de desempeño del 17.59, 3.70 y 0.00 %, en las fincas 4, 5 y 7 consideradas no sostenibles, en ellas el 82.41, 96.3 y 100 % es mano de obra contratada por lo que sus costos de producción se elevan y comprometen la sostenibilidad, el resto de las fincas obtuvieron un desempeño del 100 %, teniendo una óptima sostenibilidad ya que se integra la familia (esposo, esposa e hijos) en las actividades agrícolas del cacao (Anexo 21). También se determinan como óptimo aquellas familias que toman decisiones conjuntas para la realización de las actividades de manejo en las parcelas de cacao (Figura 13).

Según el indicador *integración familiar en las actividades del hogar* tiene un desempeño del 18.75 y 12.50 % en las fincas 2 y 7, determinada no sostenible, el 56.25 % participa el padre, 31.25 % la madre, 12.5 % el hijo, en la finca 7 el padre participa en un 62.5 %, la madre el 25 %, donde el padre quién es el cabeza de familia es el que decide la mayor parte de las actividades a realizar. La finca 3, 4 y 5 obtuvo un nivel de desempeño del 37.50 y 25 %, considerada con bajo nivel de sostenibilidad, el resto de las fincas presentaron un desempeño del 50 y 43.75 %, calificada medianamente sostenible, la madre es la que decide la mayor parte de las actividades en un 81.5 y 87.5 %. De acuerdo a la escala de valoración se determinó como óptimo el 100 % cuando es mutuo el acuerdo familiar.

Se incluye aquí los procesos de organización y los mecanismos del sistema socio ambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores (Masera et al., 2008, p. 5).

Durante el análisis de datos el indicador *presencia y acceso al mercado* presentó un desempeño del 33 % en las fincas 1, 2, 3 y 5, consideradas con bajo nivel de sostenibilidad, debido a que los productores deciden vender el grano de cacao en el mercado de San Carlos. El resto de las fincas su desempeño es del 66 %, que expresa una buena sostenibilidad ya que toman la decisión de vender su producto distribuyéndolo en el mercado de San Carlos, a un vendedor particular y en el mercado Upala, Costa Rica. Esta condición es importante porque es muy posible obtengan un mejor precio a una porción de todo el cacao que producen mejorando sus ingresos económicos. El óptimo para el indicador presencia y acceso al mercado es vender a más de tres compradores.

Autogestión: es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

El indicador *cantidad de cacao que transforma y vende*, la transformación del cacao por los productores es una de las principales limitantes encontradas en el estudio, solamente la finca 3 obtuvo un desempeño del 100 %, considerada óptima sostenibilidad, la productora Ana Jorge Rodríguez de la comunidad el Papaturo logra transformar 10 libras elaborando unas 500 unidades de chocolate que las vende en la misma comunidad y en la ciudad de San Carlos, ha participado en el festival del chocolate Nicaragüense financiado por Amigos de la Tierra España. En el resto de las fincas presentaron un nivel de desempeño del 0 %, calificado como no sostenible, ya que no realizan una transformación en el cacao.

Según el indicador *autoabastecimiento de alimentos* la finca 1, presento un nivel de desempeño de 37.50 %, muestra un bajo nivel de sostenibilidad, esto se debe a que en la finca solo se produce un 30 % de los alimentos para la alimentación de la familia, producen frijol, cacao, plátano, arroz, cerdo y gallina, la finca 5 mostro un nivel de desempeño del 50 %, lo cual indica que cuenta con una mediana sostenibilidad, ya que solo producen un 40 % de los alimentos que consumen, sin embargo, el resto de fincas presentaron un nivel de desempeño del 87.50 a 100 % mostrando una óptima sostenibilidad, esto debido a que en estas fincas se produce hasta un 80 % de los alimentos del total que consumen en el hogar siendo datos bastante relevantes e importante (Anexo 23, Figura 14) ya que producen distintos alimentos tales como: Plátano, Cacao, Frijol, Maíz, Yuca, Quequisque, Malanga, Naranja, Mango, Mamón chino, arroz, Chompipe, Ganado vacuno, Cerdo, Gallina de patio, entre otros, siendo de gran importancia ya que contribuye de gran manera a la seguridad alimentaria de las familias.

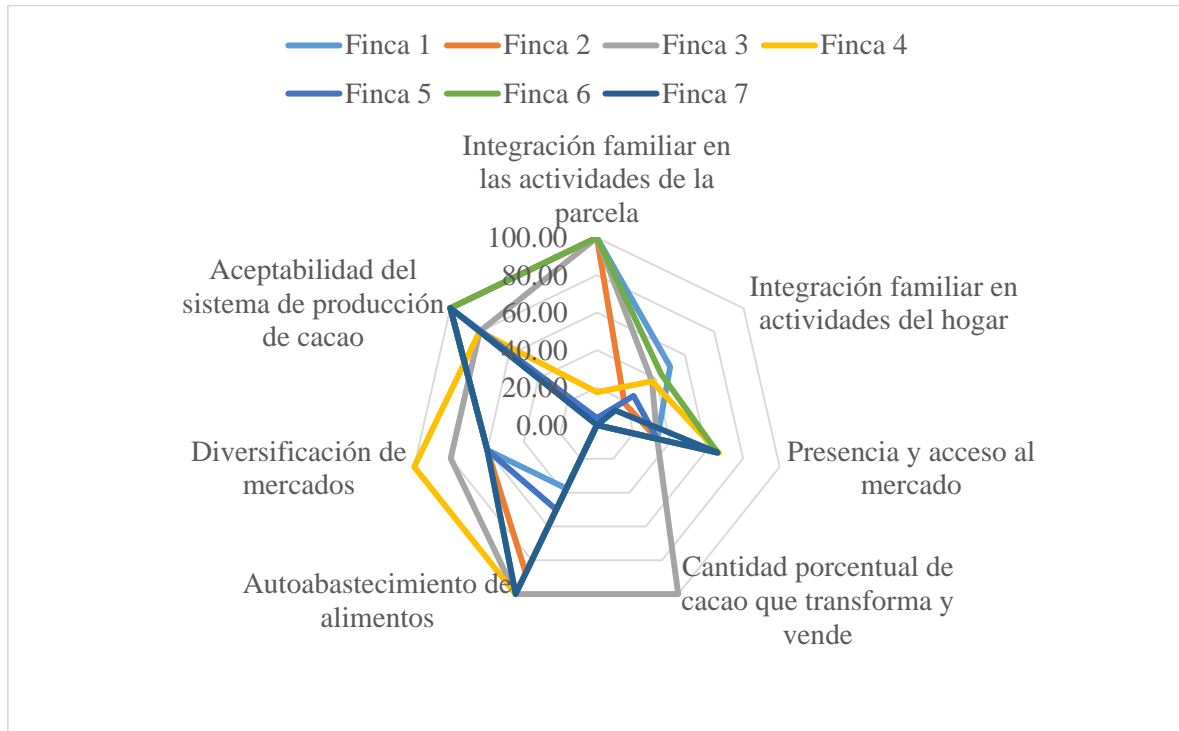


Figura 41. Nivel de desempeño de las parcelas de cacao según atributos de equidad y autogestión.

En cuanto a la ***diversidad de mercados*** las fincas 1, 2, 5, 6 y 7 presentaron un 60 % de desempeño, mostrando una sostenibilidad mediana, esto se estima debido a que los precios del cacao no son estables, se mueven en base a oferta y demanda. En general los compradores son los que deciden el precio, por otra parte, la finca 3 presentó un 80 % de desempeño, que indica buena sostenibilidad, esto se debe a que el productor logra que el precio del cacao sea por acuerdo mutuo con el comprador, la finca 4 mostro un 100 % de desempeño, destacando con una óptima sostenibilidad, siendo la única finca en que el productor decide el precio de su producto (cacao), debido a que personas de la comunidad llegan a comprar su producto.

En la ***aceptabilidad del sistema de producción de cacao***, este indicador es uno de los más importantes, mide la satisfacción que tiene el productor y familia por su sistema cacao del como lo maneja o realiza aquellas actividades para mejorar los niveles económicos de la familia.

Los resultados muestran que las fincas 3 y 4 presentaron un 80 % de desempeño, ellos dicen que se sienten satisfechos con sus respectivas parcelas de caco, les permite obtener ingresos para el hogar, a su vez sustentar los gastos de mano de obra para el manejo del cultivo, por otra parte,

las fincas 1, 2, 5, 6 y 7 mostraron un 100 % de desempeño teniendo una óptima sostenibilidad (Anexo 24), los productores mencionaron que se sienten muy satisfechos en sus sistemas de producción de cacao, ellos mencionaron que este rubro les ha permitido obtener una mejor calidad de vida o la compra de más terrenos.

5.5 Análisis de sostenibilidad por atributo y finca

Para evaluar un agroecosistema productivo se consideran los atributos de productividad, confiabilidad, estabilidad, resiliencia, equidad, adaptabilidad y autogestión. La evaluación permitirá examinar e indicar la condición de sostenibilidad agroecológica con los factores que mejoran o desmejoran el desarrollo del sistema en las dimensiones económicas, sociales y ambientales.

El consolidado de los indicadores por atributo, muestra que equidad presentó un nivel de desempeño promedio del 46.17 %, considerado de bajo nivel de sostenibilidad. Dicho resultado se debe a que las fincas 5 y 7 obtienen un desempeño donde no garantizan sostenibilidad alguna, mientras que la finca 4 con una baja sostenibilidad (27.55 %). Es estas tres fincas el problema que se les presenta es el alto porcentaje de mano de obra contratada (82.41 a 100 %) para ejecutar las labores agrícolas, la participación familiar es mínima y los productores tienen edades mayores de 54 años, con hijos independientes o sea tienen familia propia y no viven en la casa (Cuadro 11).

La integración familiar en las actividades del hogar en la finca 2 tuvo un desempeño considerado no sostenible, debido a que el padre es el que participa mayormente en un 56.25 % en las actividades, mientras que la madre el 31.25 % y los hijos el 12.50 %.

En la finca 7, el padre tiene una mayor participación y cubre el 62.5 % y la madre el 25 %. El padre se encarga de pagar los gastos de alimentos que consumen en el hogar, en las actividades de rutinas del hogar, decide la compra de cosas caras para el hogar, salud de los hijos, aspectos sobre la parcela y ventas de los productos de la parcela. El resto de las fincas presentaron un desempeño de 25 hasta 50 %, la madre es la que cubre los gastos del hogar (Cuadro 10).

Cuadro 10. Consolidado del nivel de desempeño de los atributos

Atributo	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Promedio
Productividad	86.04	75.38	83.69	86.96	80.85	76.17	85.69	82.11
Estabilidad, resiliencia y confiabilidad	75.89	70.26	76.21	75.91	79.67	74.01	73.85	75.11
Adaptabilidad	67.62	65.71	73.33	65.71	62.86	62.86	42.86	62.99
Equidad	75.00	59.38	68.75	27.55	14.35	71.88	6.25	46.17
Autogestión	46.10	56.10	78.60	69.34	48.60	65.20	65.20	61.31
Promedio	70.13	65.37	76.12	65.09	57.27	70.02	54.77	65.54

En el análisis del atributo de estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad y autogestión obtuvieron un desempeño de 75.11, 62.99 y 61.31 % respectivamente, dando una valoración de buena sostenibilidad.

Pese a que el atributo de adaptabilidad presentó una buena sostenibilidad, la finca 7 alcanzó un desempeño del 42.86 %, este resultado se debe a que no cuentan con estructuras para fermentar y secar el cacao, por ello, lo venden en baba lo cual obtienen un precio bajo por quintal. Uno de los problemas que se manifestó y que tuvo su impacto en la valoración de sostenibilidad es que gran mayoría de los productores no tienen acceso a procesos de capacitación y de asistencia técnica. Esto se debe a que en las comunidades donde se localizan las fincas no hay servicios de extensión. Sin embargo, se manifiestan esfuerzos mínimos de instituciones del estado como MEFCCA y de organismos no gubernamentales como Amigos de la Tierra.

El atributo de autogestión presentó un desempeño entre 40 a 60 %, cuya valoración es de medianamente sostenible para las fincas 1, 2 y 5. Se encontró que solo un productor realiza la transformación de cacao en pequeña cantidad para consumo local; los indicadores presencia y acceso al mercado, autoabastecimiento de los alimentos resultaron bajos, ya que los productores venden el cacao en un solo canal de comercialización como el mercado de San Carlos. De los alimentos producidos en la finca los productores logran cubrir el 30, 70 y 40 % respectivamente.

El atributo de productividad conformado por los indicadores rendimientos de grano seco y componentes del rendimiento tiene un nivel de desempeño del 82.11 % calificado como

sostenibilidad óptima. La finca 4 presentó el mejor desempeño obteniendo el 86.96 % (Cuadro 11). Las fincas 2 y 6 presentaron el más bajo nivel de desempeño 75.38 y 76.17 % consideradas como buena sostenibilidad, se encontró problemas de bajo rendimientos menores a la media nacional de 400 kg ha⁻¹.

5.6 Análisis de sostenibilidad por dimensión agroecológica y finca

En lo que respecta a la dimensión *ambiental* el resultado se valoró de buena sostenibilidad con un promedio de 75.95 %, los resultados en las siete fincas obtuvieron valores de 78.23 a 70.99 %, donde el mejor desempeño (Cuadro 11), se obtuvo en el indicador número de lombrices de tierra y artrópodos. Se presentaron problemas en el manejo de plagas y enfermedades resultando superiores al 10 % de afectación principalmente las provocadas por Monilia y Mazorca negra.

Otro punto que tomar en cuenta son las propiedades físicas y químicas del suelo, las fincas evaluadas están determinadas por una textura de arcilla denominados suelos pesados, siendo una limitante para las plantas de cacao en el desarrollo de sus raíces, debido a la propiedad de ser una partícula muy fina, que por ende reduce una mejor productividad.

En las propiedades químicas se encontraron deficiencias en nutrientes tales como el Fosforo con 2.28 a 7.79 ppm clasificándose como pobres de acuerdo con Quintana, et al. (1983), considerándose no óptimos aquellos suelos que tengan un contenido menor a 10 ppm, lo cual no es sostenible.

Según Alvarado (2019), el (P) es el elemento nutritivo que mayor limita el rendimiento de las plantas después del N. Ayuda al crecimiento de las raíces y que las plantas tengan un rápido desarrollo, mejorando de esta manera su resistencia a las bajas temperaturas en el caso de algunas plantas, su resistencia a determinadas enfermedades. Además, interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular e incrementa la eficiencia del agua. Su falta se observa en las hojas ya que presentan un color verde pálido y los bordes secos y también afectan a la floración y al desarrollo de las raíces.

Según el análisis químico de suelos, el contenido de potasio fue de 0.01 a 0.4 meq por 100 g de suelo, concluyendo que cuatro fincas (2, 3, 4 y 7) se consideran pobres de acuerdo con Quintana et al, (1983), que indica en su clasificación aproximada de nutrientes son pobres aquellos suelos

que tengan contenidos menores a 0.2 meq por 100 g de suelo, el resto de las fincas se encuentran de medio a alto.

De acuerdo Alvarado (2019), el potasio (K), es un nutriente esencial para todos los organismos vivos, ya que juega un papel importante en la activación enzimática, fotosíntesis y síntesis de proteínas y carbohidratos, balance de agua y en el crecimiento meristemático. Su presencia contribuye a un mejor crecimiento vegetativo y a la fructificación, maduración y calidad de los frutos.

Cuadro 11. Consolidado del nivel de desempeño por dimensión agroecológica e índice general de desempeño

Dimensión agroecológica	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Promedio
Ambiental	78.05	70.99	76.22	76.84	78.23	75.04	76.28	75.95
Económica	59.69	69.69	95.00	81.88	71.25	61.25	48.75	69.64
Social	60.50	51.96	58.42	43.63	36.95	64.96	39.75	50.88
Promedio	66.08	64.21	76.55	67.45	62.14	67.08	54.93	65.49

En lo *económico*, se obtuvo un nivel de desempeño promedio de las fincas en un 69.64 % considerado buena sostenibilidad (Cuadro 12). Las fincas 3 y 4 fueron las que obtuvieron los valores más altos con 81.88 a 95 % de desempeño, debido principalmente a que gran parte de los alimentos que se consumen en el hogar es cultivado y producido en las fincas, lo que les permite ahorro dándole mayor capacidad de satisfacer otras necesidades para el desarrollo productivo del sistema de producción. Solamente un productor transforma cacao en cantidad pequeña, pero logra ingresos adicionales, por otra parte, las fincas 2, 5 y 6 reflejaron valores de 61.25 a 71.25 % de desempeño, demostrando cierta capacidad para fermentar el cacao, así como un manejo sistemático en el control de malezas ya que realizan dicha actividad hasta 4 veces al año. La finca 7 obtiene el valor más bajo con un 48.75 % de desempeño, de mediana sostenibilidad siendo sus debilidades el insuficiente manejo de las malezas, la baja frecuencia

de podas de hijos y ramas y no desarrollan otras opciones de venta del producto en diferentes mercados.

De acuerdo a la dimensión *social* se obtuvo un promedio de 50.88 %, valorada medianamente sostenibilidad, donde la finca 6 obtuvo el valor más alto con 64.96 % de desempeño, esto se debe a que el precio que recibe por el producto es decidido por el comprador lo que indica que no logra negociar, lo positivo que presenta es la alta integración familiar en las actividades de la parcela, el resto de las fincas presentaron valor de 36.95 a 60.50 % de desempeño, ya que muestran la no integración familiar en las labores de las parcelas y en las actividades del hogar.

VI. CONCLUSIONES

Se evaluaron fincas agropecuarias con áreas de 7 a 37 manzanas, con bajos niveles de tecnología, de pequeña producción y mayormente de autoconsumo, poseen parcelas para la producción de cacao bajo sistema agroforestal con áreas de 0.5 a 4 mz^{-1} , que incorporan una diversidad de especies frutales que son consumidos por las familias y obtienen ingresos económicos adicionales, el manejo con bajo nivel de insumos y la asistencia técnica que reciben es casi ausente.

En la dimensión ambiental se observaron problemas por enfermedades como: monilia y mazorca negra con incidencia mayor del 10 %, suelos de clase textural arcilloso, pesados y difíciles de cultivar, pobres contenidos en fosforo, en cuatro fincas se determinaron contenidos pobres de potasio.

No incursionan en el proceso de transformación de cacao por carecer de capacidades técnicas, equipos e infraestructura tanto individual como organizativa, no diversifican mercados, el destino es el mercado de San Carlos (Nicaragua) y Upala (Costa Rica) que corresponden a la dimensión económica.

El análisis de los aspectos sociales es considerado los indicadores más débiles, según la valoración de la escala aplicada y el nivel de desempeño fueron: ausencia completa de la asistencia técnica, el precio del cacao es impuesto por lo general por los compradores, dificultad en la transportación del producto por acceso (acuático) y costos, la presencia de instituciones tales como: INTA, MEFCCA, MAGFOR es muy limitada. La integración familiar en actividades de las parcelas y el hogar es un problema para el productor, los hijos en la mayoría de los casos son independientes y tienen su propia familia.

VII. RECOMENDACIONES

Incorporar nitrógeno y fósforo a través de la fertilización química con fosfato diamónico (18-46-0) y cloruro de potasio (0-0-60).

Los productores busquen formas de organización con el gobierno local, ya sea asociativa o cooperativa, para que las instituciones como el MEFCCA, IPSA, INTA, consideren la inclusión en los programas de asistencia técnica y capacitación a los productores de cacao de la zona.

Desarrollar un proceso continuo de capacitación técnica a través de la metodología escuela de campo para fortalecer el manejo de plagas y enfermedades, el manejo de la sombra al cacao y su autosombra.

VIII. LITERATURA CITADA

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA]. (2013). Estudio de Mercado de Japón para Cacao Nicaragüense. Managua, NI. Recuperado el 25 de junio del 2014. https://www.jica.go.jp/Resource/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bcatt/%2022_estudio_02.pdf
- Alegre, J., Vega, R., y García, S. (2015). *Manual reciclaje de nutrientes en sistemas agroforestales*. <file:///C:/Users/Christian%20Pastrana/Downloads/2015-MANUALRECICLAJESAF.pdf>
- Altieri, M., y Toledo, V. (2011). *La revolución agroecológica en América Latina. Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino* <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>
- Alvarado, G. (2019). *Macronutrientes del suelo*. <https://www.fertibox.net/single-post/macronutrientes-del-suelo>
- Arce, M. (2003). *Manual de cultivo de cacao*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>
- Arce, M. (2003). *Manual del cultivo de cacao*. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Arévalo, G., y García, R. (2015). Propuesta de indicadores para la medición de la sustentabilidad, a partir del marco MESMIS: caso de la Ruta de la Salud, Michoacán. <https://www.cic.cn.umich>.
- Arnés Prieto., E. (2011). *Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua). Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua) (upm.es)*. https://oa.upm.es/9036/1/TFM_Esperanza_Arn%C3%A9s..pdf
- Astier, M., (2006). Medición de la sostenibilidad en sistemas agroecológicos. <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/P3%20MAstier-%20Medici%C3%B3n.pdf>
- Astier-Calderón, M., Maass-Moreno, M., y Etchervers-Barrera, J. (2002). *Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la Agricultura sustentable*. *Agrociencia* 36(5), pp. 605-620 [Redalyc.Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable](https://www.redalyc.org/pdf/365/365605.pdf)
- Ayesta, E. (2009). *Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN, Nicaragua. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]* <https://repositorio.una.edu.ni/2109/1/tnf30a977.pdf>
- Ayesta, E., Orozco, L., Astorga, C., Munguía, R., y Vega, C. (2013). *Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala, Nicaragua*. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7929/343.pdf?sequence=2&isAlloved=y>
- Balmaceda Murillo, L.A. (2016). *Planificación de Fincas*. <https://cenida.una.edu.ni/textos/ne20b194.pdf>
- Barrezueta, S. (2018). Construcción de indicadores agrarios para medir la sostenibilidad de la producción de cacao en el oro Ecuador.

- Bayón, P. (2006). Educación Ambiental, participación y transformación social sostenible en Cuba. *Revista Interface*, 2(4), 89-104. Recuperado de <http://biblioteca.filosofia.cu/php/export.php?format=htm&id=2335&view=1>
- Becerril Torrez, O., Alvarez, I., Barrera, L., y Gonzales, R. (2009). *Indicador de infraestructuras productivas por entidad federativa en México. 1970-2003*. Gestión y Política Pública 18(2): 379-438. <https://www.bing.com/ck/a?!&p=1fe81e5771079bd0JmltdHM9MTY5MjIzMDQwMCZpZ3VpZD0yMDIkJZjVhYS01N2RkLTZhZjUtMGNhNy1mOTQ0NTZmODZiODMmaW5zaWQ9NTQzNg&ptn=3&hsh=3&fclid=209df5aa-57dd-6af5-0ca7-f94456f86b83&psq=Indicador+de+infraestructuras+productivas+por+entidad+federativa+en+M%c3%a9xico%2c+1970-2003&u=a1aHR0cDovL3JlcG9zaXRvcmlvLWRpZ210YWwY2lkZS5lZHUvaGFuZGxILzExNjUxLzI5MjcjOn46dGV4dD0lMjJmRmRyY2Fkb3IIMjBkZSUyMGluZnJhZXN0cnVjdHVyYXMiMjBwcm9kdWN0aXZhcYUyMHBvciUyMGVudGllYWQlMjBmZWRlcmF0aXZhJTlWZW4sMiUyQyUyMDJkbyUyMHNlbWVzdHJlJTlWZGUlMjAyMDA5JTJDTlIwcHAIMjAzNzktNDM4LiUyMGh0dHAIM0EIMkYIMkZoZGwuaGFuZGxllm5ldCUyRjExNjUxJTJGMjkyNw&ntb=1>
- Bueno, R., y Fernández, J. (2019). *La capacidad de intercambio catiónico del suelo: una bóveda de nutrición clave en la producción de alimentos*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1029&context=ai>
- Castillo, J., y Castro, M. (2009). *Potencial productivo de la finca San Martín, Simúlala – Matagalpa. Propiedad de Infancia Sin Frontera. [Tesis de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua UNAN – CUR Matagalpa] repositorio institucional*. <https://repositorio.unan.edu.ni/7055/1/6578.pdf>
- Cubillos, G.; Restrepo, T. y Hincapié, O. (2019). *La moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo*. <https://www.agrosavia.co/media/11540/69317.pdf>
- Espinoza, J. (2010). *Análisis Del Beneficiado De Cacao En Fincas De Productores De Cacaonica, Waslala, Raan, Nicaragua*. <http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/ANALISIS DEL BENEFICIADO DE CACAO EN FINCAS DE CACAO.pdf>
- Fernández, J. (2015). *Recursos de un agroecosistema*. <https://www.iagua.es/blogs/iriego/recursos-agroecosistema>
- Fontana, M. (2013). *Aportes para la evaluación de la sustentabilidad, a partir de la comparación de dos sistemas agrícolas de San Carlos, Mendoza*. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/5438/fontana-agr.pdf
- Fréguin-Gresh, S., Feschet, P., Gómez, M., y Orozco Aguilar, L. (2022). *Análisis de la cadena de valor de cacao en Nicaragua*. <https://agritrop.cirad.fr/601857/1/37.%20VCA4D%20Nicaragua%20cocoa%20March%202022.pdf>
- Galván-Miyoshi, Y.; Maserá, O. y López-Ridaura, S. (2008). *Las evaluaciones de sustentabilidad*. En: Astier, M., Maserá, O., y Galván-Miyoshi, Y. *Evaluación de sustentabilidad un enfoque dinámico y multidimensional*. pp:41-57. https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf

- García, E., Gil, J., Izquierdo, A., Lopez, G., Aguirre, H., y Gonzales, S. (2015). *Productividad y rentabilidad potencial del cacao (Theobroma Cacao L), en el trópico mexicano*. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893010.pdf>
- García, F., Rucks, L., kplán, A., León, J., Hill, M., (2004). Propiedades físicas del suelo. <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Garrido Valero, M.S. (1994). Interpretación de análisis de suelos. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf
- González Centeno, F., y Pineda Báez, B. (2021). *Adaptabilidad agroclimática del cacao (Theobroma cacao L) en la finca la sapera, comarca Paz Ali, municipio Puerto Morazán, departamento de Chinandega, Nicaragua*. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8732/1/245884.pdf>
- Guanche Garcia, A. (2015). *Las lombrices y la agricultura*. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_562_lombrices%20y%20la%20agricultura2.pdf
- Instituto Nicaragüense Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2009). *Guía tecnológica del cultivo de cacao*. https://issuu.com/inta_tecnologia_agropecuaria/docs/name5aeff4
- Jameson, A. (2019). *Análisis de indicadores de sostenibilidad en tres sistemas de producción de café: convencional, orgánico y especial, en los municipios de Morocelí, Marcala y Santa Elena, en Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3dea8ccc-2797-4eb7-8a6f-26a054dcf062/content>
- Johnson, J.M.; Bonilla, J.C. y Agüero Castillo, L., (2008). *Manual de manejo y producción del cacaotero*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.pdf>
- Kass, D. (1996). Fertilidad de suelos. https://books.google.com.ni/books?id=sRua411JhvgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_bse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Kaufmann y Cleveland. (1995). Medición de la sustentabilidad: enfoque necesario e interdisciplinario de un concepto interdisciplinario. *Economía Ecológica* 15:109-112. <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Martorell Mir, Jaume. (2018). Caracterización a nivel nacional del sector cacao en Nicaragua. *Gobernanza e incidencia en la cadena de valor de cacao en Nicaragua*. Pp. 238. Managua. Nicaragua: Comisión sectorial de cacao de Nicaragua. Asociación de productores y exportadores de Nicaragua (APEN). Cooperación suiza (COSUDE).
- Masera, O., Astier, M., y López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS. MundiPrensa - GIRA - UNAM, México*. https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS
- Masera, O., y López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. MundiPrensa. México, D, F. (P 1,2) Microsoft Word - P3 MAstier- Medición de la sustentabilidad en sistemas.doc (agroecologia.net)*
- Masera, O.; Astier, M.; López-Ridaura, S.; Galván-Miyoshi, Y.; Ortiz-Ávila, T.; García-Barrios, L.E.; García-Barrios, C.G.; y Speelman, E. (2008). El proyecto de sustentabilidad MESMIS. En: Astier, M., Masera, O., y Galván-Miyoshi, Y. *Evaluación de sustentabilidad un enfoque dinámico y multidimensional*. pp:13-23. https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf

- Medina, C., Mantilla, G., Gonzales, S., (2018). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del meta. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- Meul, M; Nevens, F y Reheul, D. (2009). Validación de indicadores de sostenibilidad: Centrarse en los aspectos ecológicos de las granjas lecheras flamencas. Elsevier - indicadores ecológicos 9, págs. 284–295. https://sinchi.org.co/files/gef/ANEXOS/Anexo%2013%20%20Marco%20conceptual_mtodo_evaluacio%CC%81n%20sostenibilidad%20sistemas%20productivos.pdf
- Ministerio Agropecuario [MAG] (2022). Mapa Nacional de Cacao. <https://www.mag.gob.ni/index.php/mapas-interactivos/mapa-nacional-de-cacao>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA], 2016. Plan de manejo Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos. <file:///C:/Users/Christian%20Pastrana/Downloads/Plan%20Manejo%20RVS%20Los%200Guatuzos%20-%20%20%20%20%202016-2020.pdf>.
- Miranda Murillo, L.M. (2013). Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Producción+limpia* 8(2): 94-105. p + 1 Vol8 n2.indd (scielo.org.co)
- Mitchell, G; May, A; y McDonald, A. (1995). “PICABUE: A Methodological Framework for the Development of Indicators of Sustainable Development”. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2:104-123.
- Montalván, O; Mendoza, I; y Navarro, M. (2011). *Caracterización de cultivares de cacao en cinco municipios de la RAAN*. [Tesis Ingeniero Agroforestal] Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe nicaragüense, URACCAN - Las Minas <http://repositorio.uraccan.edu.ni/1301/1/Monograf%C3%ADa%20Hanier%20y%20Jefry.pdf>
- Neudoerffer, R.C; Waltner-Toews, D; Kay, J; Joshi, D.D; Tamang, M.S. (2005). “A diagrammatic approach to understanding complex eco-social interactions in Kathmandu, Nepal”. *Ecology and Society* 10(2): 12. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art12/>
- Oporta, R. (2021) *Nicaragua: Producción Nacional de Cacao 2020-2021*. La prensa, Nicaragua: Producción Nacional de Cacao 2020-2021 (el19digital.com)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). Manual de transición agroecológica para la agricultura familiar campesina. <https://www.redinnovagro.in/pdfs/manual-transici%C3%B3n-agroecologica-afc.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2009). Guía para la descripción de suelo. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- Orozco Aguilar, L., y Sampson, A. (2016). *Mejora productiva del cacao*. <http://sicacao.info/wp-content/uploads/2019/08/Esquinas-t%C3%A9nicas-de-cacao.pdf>
- Plata-Rosado, D. E.; Vilaboa-Arroniz, J.; González-Reynoso, L.; Severino-Lendectyy, V.H.; López-Romero, G.; Vilaboa-Arroniz, I. (2017). Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 20(3): 395-399. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93953814017.pdf>
- Ponce Talancón, H. 2006. La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. Texto completo en <http://www.eumed.net/ce/>.

- Priego-Castillo., Galmiche, A., Castelán, M., Ruiz, O., Ortiz, A. (2008). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en comalcalco, tabasco. <https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v25n1/v25n1a3.pdf>
- Quintana, J. O., Blandón, J., Flores, A., Mayorga, E. (1983). Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva Yor. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, Nicaragua. 60p. <https://repositorio.una.edu.ni/3853/1/tnp331l791.pdf>
- Raffo, L., Torres L., Beltrán, D., Macías, J. (2021). *Producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional: Una propuesta de sustentabilidad. Universidad Agraria del Ecuador.* Recuperado de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3312/html>
- Rendón, D. y Monroy, K. (2017). *Análisis de sustentabilidad De Socioecosistemas Con Cultivos De Café (Coffea arabica). Estudio De Caso En Los Municipios De Rosas (Cauca) Y Florencia (Caquetá), Colombia.* https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3577/Monroy_Arias_Karina_Fernanda_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Ríos S., Y. (2005). *Importancia de las lombrices en la agricultura.* Sistemas integrados de producción con no rumiantes http://avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/sistemas_integrados/conferencia-8.pdf
- Romero, Hernández, E. (2016). *Evaluación ecomorfológica de cacao (Theobroma cacao L.) sometido a distintas fertilizaciones, en la comunidad de nuevo Ojital, municipio de Papantla.* <http://148.226.24.32:8080/bitstream/handle/123456789/47417/RomeroHernandezEsteban.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Saldívar, A., Barrera, A., Rosales, P., Villaseñor, E. (2002). *Tres metodologías para evaluar la su sustentabilidad: 10 años después de rio.* <https://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v62n242/0185-1667-ineco-62-242-159.pdf>
- Sánchez, M., León, D., Arce, S., López, T., Rodríguez, P., (2017). Manual Técnico del cultivo de cacao.
- Sánchez, V., Zambrano, J., Iglesias, C., Rodríguez, E., Villalobos, Víctor., Díaz, F., Carrillo, N., Gutiérrez, A., Camacho, A., Rodríguez, O. (2019). La cadena de valores del cacao en América Latina y el Caribe. https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf
- Sarandón y Flores., (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistema: una propuesta metodológica. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131/110801>
- Sarandón, A., y Santiago, J. (2008). *Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina.* https://orgprints.org/id/eprint/27488/1/Sarandon_Evaluaci%C3%B3n.pdf
- Sarandon, S. (1998). *El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas.* <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Sarandón, S. (2002). *El agroecosistema: un sistema natural modificado. Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas.*

- Capítulo 6. En: Sarandón, S.J. *Agroecología. Hacia una agricultura sustentable*. P:119 – 134. [LibroAgroecologiaSarandon2002Completo.pdf \(businessschool.coop\)](#)
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., y Janjetic, L. (2002). *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores*. <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/23804/1/14-36-1-PB.pdf>
- Silva-Santamaría, L. y Ramírez-Hernández, O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. *Revista Luna Azul* 44:120-152. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321750362008>
- Tonolli, A., y Ferrer, C. (2018). *Comparación de marcos de evaluación de agroecosistemas. Tropical and subtropical* 21: 487-504 https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/82243/CONICET_Digital_Nro.8efa4376-d973-491d-99da-0190aaedbd1c_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Toro, P.; García, A.; Gómez-Castro, A.G.; Perea, J.; Acero, R.; y Rodríguez-Estévez, V. (2010). *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas*. 1769Evaluacion Toro.P65 (uco.es). <file:///C:/Users/Christian%20Pastrana/Downloads/4908-11670-1-PB.pdf>
- Villega, E. (2009). Caracterización morfológica de cien árboles promisoros de *Theobroma cacao* L.e en Waslala, RAAN, Nicaragua [Tesis de ingeniería] Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2109/1/tnf30a977.pdf>
- Walker, B., S. Carpenter, J. Anderies, N. Abel, G. S. Cumming, M. Janssen, L. Lebel, J. Norberg, G. D. Peterson y R. Pritchard. (2002). Gestión de la resiliencia En sistemas socio-ecológicos: una hipótesis de trabajo para un enfoque participativo. *Ecología de la Conservación* 6(1): 14. [en línea] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14/>
- Zambrano, M., y Daniela, I. (2022). *Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistema campesinos en el municipio de San Jerónimo Tecuanipan, Puebla* <https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/5219/TEISIS%20CIENCIAS%20A>.
- Zavala Guillen., Ana. (2013). Documento de apoyo, medio ambiente. <https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/5-Med-Ambiente.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Composición familiar en las fincas evaluadas

No.	Productor	Edad	Esposa o compañera	Edad	Hijos	Hijas	Edades	Viven en casa	Hijos ayudan en cacao	Emigran
1	Pablo Isidoro Ramírez Arguello	64	Delf a María López Beliz	57	4	4	13 – 40	3	5	2
2	José Vicente Espinoza Padilla	72	Juana Mercedes Pereira Zamuria	65	3	7	29 – 41	1	0	8
3	Ernesto Rodríguez Cordonero	66	Francisca Amparo Palacios	54	3	4	0	0	0	3
4	Armando Martínez Hernández	61	Ligia Sequeiro	44	0	2	18 - 20	1	0	0
5	Luis Alberto Meza	62	Herminia Cándida Mejilla García	61	0	0	0	0	0	0
6	Alejandro Armando Mendoza	55	Concepción Hernández	43	1	1	13 - 20	2	2	0
7	José Ángeles Barrios	43	Ana Jorge Rodríguez	44	1	1	18 - 20	2	2	0

Anexo 2. Caracterización de manejo y tecnología que cuenta las siete fincas cacaoteras del Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos

Componentes Bilógicos	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
Agrícola	Granos: frijoles Frutales: Cacao, Plátano, Hortalizas: Tomate Raíces y tubérculos:	Granos: frijoles, arroz Frutales: Cacao, Plátano	Granos: Frijol, Maíz, Arroz Frutales: Cacao, Plátano, Naranja Hortalizas: Raíces y tubérculos: Yuca.	Granos: Maíz, frijoles. Frutales: Plátano, naranja, zapote. Hortalizas: Raíces y tubérculos: Yuca	Granos: Frijol, Maíz, Arroz. Frutales: Cacao, Plátano, Naranja. Hortalizas: Raíces y tubérculos: Yuca.	Granos: Frijol, Maíz. Frutales: Cacao, Plátano, Naranja, Guama, guanábana. Hortalizas: Raíces y tubérculos: Yuca.	Granos: Maíz, frijol. Frutales: Cacao, Naranja, aguacate, Papaya, Musáceas. Hortalizas: Raíces y tubérculos: Yuca.
Pecuaria	Ganado bovino	Ganadería: leche, cuajada, queso	Ganando bovino	Ganado bovino			
Forestal en cacao	Espavel, Corozo, Capulín Blanco, Balza, Guarumo, Cedro, Corteza, Gavilán, Mamón chino	Cedro rial, Zapote, Madero negro, Limón dulce, Limón Acido, Coco, Pijibay, Musáceas, Mamón chino, Nancite.	Roble, Achote, Musáceas, Guarumo, Guanacaste	Canela, Laurel, Madero negro, Cedro.	Cedro, madero negro.	Cedro, madero negro.	Guanacaste blanco, Cenicero, Musáceas, Cítricos.

Anexo 3. Manejo técnico en los cultivos de las siete fincas

Manejo	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
Poda en cacao	Realiza poda 2 veces al año en los meses de abril y junio.	Realiza dos podas (mayo, junio).	Realiza tres podas al año (mayo, sept y nov), no menciona realizar deschuponado.	Realiza tres podas al inicio de las lluvias en el mes de mayo, agosto y noviembre.	Realiza dos podas al año (mayo y octubre), no menciona realizar deschuponado.	Realiza dos podas al año (mayo y octubre)	.Realiza dos podas en el año (abril y diciembre).
Deschuponado en cacao	No realiza	No realiza	No realiza	El deschuponado lo realiza cada vez que realiza la cosecha.	No realiza	Esta práctica la realizan cuando seda la cosecha, dándose la oportunidad de realizar las dos labores a la misma vez.	No realiza
Poda de árboles de sombra	No realiza	Lo realiza una vez al año (abril).	Realiza en el mes de agosto y noviembre	Esta práctica la realiza una vez al año, la cual se realiza en el mes de mayo.	Realiza en el mes de abril y noviembre	No realiza poda de regulación de sombra.	Esta práctica la realiza dos beses al año (Abril y Diciembre).
Fertilización	Fertilización orgánica, con los restos de leña y poda de las plantillas.	No realiza fertilización	Realiza fertilización orgánica con estiércol de ganado, esto se realiza dos beses al año, en mayo y noviembre.	No aplica ningún producto	No aplica ningún producto	No aplica ningún producto	No aplica ningún producto
Control de malezas	Realiza chapoda 5 veces al año en los meses de enero, abril, junio, septiembre y octubre	Realiza chapoda cuatro veces al año (enero, abril, Julio, noviembre).	Realiza chapia en el mes de agosto y noviembre, utiliza machete	Realiza tres chapias las cuales las realiza en el mes de mayo, agosto y noviembre.	Realiza chapia en el mes de agosto y noviembre, utiliza machete.	Realiza chapia en el mes de mayo y agosto, utiliza machete.	Estas labores las realizan en los meses de abril, junio y diciembre.
Control de plagas	Realiza 3 controles de plaga al año en los meses de abril, octubre y	Realiza tres controles (abril, octubre, noviembre).	No aplica ningún producto para insectos o enfermedades.	Vigilancia permanente por ardilla, y por ciertos ataques de monos.	No aplica ningún producto para insectos o enfermedades.	No aplica ningún producto para insectos o enfermedades.	No aplica ningún producto para insectos o enfermedades.

Manejo	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
	noviembre y aplica un control químico (cipermetrina)		Tiene ataque de ardilla y realiza vigilancia y utiliza hulera.	El control de enfermedades es permanente en corte de frutos.	Tiene ataque de ardilla y realiza vigilancia y utiliza hulera.	Tiene ataque de ardilla y realiza vigilancia y utiliza hulera.	
Cosecha	Cosecha 12 veces al año, 1 vez por mes y utiliza para la cosecha con la media luna.	Realiza 3 cortes al año, principalmente en (mayo, agosto, noviembre), utilizando medialuna, bidón y quebradora.	Realiza cosecha todo el año, en un intervalo de 15 días por mes.	Realiza cortes dos veces al mes de mazorcas maduras y utiliza machete y tijeras.	Realiza cosecha todo el año, en un intervalo de 2 veces al mes	Realiza cosecha todo el año, en un intervalo de 2 veces al mes.	La cosecha la realiza 4 beses al año (Julio y Noviembre).

Anexo 4. Condiciones para la fermentación y secado del grano de cacao que poseen los productores

Manejo	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
Fermentación	No disponen de estructura de fermentación	Cuenta con un beneficio	No disponen de estructura de fermentación	No dispone de área de fermentación	No disponen de estructura de fermentación	No disponen de estructura de fermentación	No disponen de estructura de fermentación
Secado	No posee estructura de secado, Lo seca en plástico	Realiza el secado en el beneficio de madera	Cuenta con una infraestructura de madera esto expuesto al sol, tienen peligro de lluvias.	El secado lo hace al aire libre con exposición al sol sobre plásticos	Cuenta con una infraestructura de madera esto expuesto al sol, tienen peligro de lluvias.	El secado lo realizan de forma artesanal en cajas de madera.	El secado se realiza de forma artesanal en cajas de madera.

Anexo 5. Destino de la cosecha de cacao

Comercio	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
Ventas	Vende cacao seco en la finca, directamente a los intermediarios y los entrega en sacos.	Vende cacao seco en la comunidad a intermediario, a un precio de 30 la libra.	Vende cacao seco a intermediarios, en un costo total de 2,000 córdobas por QQ.	Vende el cacao seco y en baba, este se lo vende a los intermediarios que llegan a su finca a comprárselo.	Vende cacao seco y en baba a intermediarios, en un costo total de 2,500 C\$ el qq seco y 1,500 C\$ el QQ en baba córdobas por QQ.	Vende cacao seco y en baba a intermediarios, en un costo total de 3,500 C\$ el QQ seco y 1,500 C\$ el QQ en baba córdobas por QQ.	Vende cacao seco a los intermediarios de San Carlos.
Transformación	No realiza	No realiza	No realiza	No hace transformación del producto	No realiza	No realiza	Transforma 50 lb al año.

Anexo 6. Toma de decisión y participación de género en las siete fincas

Concepto	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturro	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturro
Toma de decisión	La toma de decisión es compartida, para este caso el esposo decide sobre los gastos, el manejo en la parcela y la venta del producto, y la esposa decide en los alimentos y gastos de rutina del hogar y la salud de sus hijos. Es decisión conjunta la educación de los hijos, la planeación y laborales.	La toma de decisión es hecha a partir de la acción a realizar, para este caso el esposo decide las labores en campo, venta de productos de la parcela, y aspectos laborales en la familia. Mientras que la esposa decide en los alimentos y gastos de rutina del hogar. Es decisión conjunta los gastos de cosas caras para el hogar, dinero para ahorros mensuales, la planeación conjunta de la familia.	La toma de decisión es hecha a partir de la acción a realizar, para este caso el esposo decide sobre los gastos y ahorro, el manejo en la parcela y la venta del producto. Mientras que la esposa decide en los alimentos y gastos de rutina del hogar y la salud de sus hijos. Es decisión conjunta la educación de los hijos, la planeación y laborales.	La mayoría de las decisiones las toman en conjunto, excepto el ahorro mensual y la venta de producto de las parcelas las toma el esposo. La esposa decide sobre los alimentos, gastos de rutina y de cosas caras del hogar.	La toma de decisión es hecha a partir de la acción a realizar, para este caso el esposo decide sobre los gastos y ahorro, el manejo en la parcela y la venta del producto. Mientras que la esposa decide en los alimentos y gastos de rutina del hogar y la salud de sus hijos. Es decisión conjunta la educación de los hijos, la planeación y laborales.	La toma de decisión es hecha a partir de la acción a realizar, para este caso el esposo decide sobre los gastos y ahorro, el manejo en la parcela y la venta del producto. Mientras que la esposa decide en los alimentos y gastos de rutina del hogar y la salud de sus hijos. Es decisión conjunta la educación de los hijos, la planeación y laborales.	La toma de decisiones es conjunta, excepto los gastos de ruina del hogar que esas las toma el esposo, por otra parte, la decisión de que consume en la casa, aspectos sobre la parcela y sobre la venta de los productos de la parcela esas las toma la esposa.

Anexo 7. Capacitaciones recibidas por los productores

	Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El Plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
Tema	Taller postcosecha del cultivo de cacao	Manejo en cacao	Mejo postcosecha en cacao	Podas y manejo de Mamón chino	Organización de cooperativas.	Manejo agronómico de cacao	Manejo postcosecha
Facilitador	Amigos de la tierra. (Mario Nolasco)	Amigos de la tierra	Amigos de la tierra	Amigos de la tierra	INTA	INATEC	ADTE
Fecha	7 de abril de 2022	2015	Abril 2022	Febrero 2019	2020	2014	Enero

Anexo 8. Análisis de Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas (FODA)

Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
FORTALEZAS						
<ul style="list-style-type: none"> Realiza podas, regulación de sombra, controles de plagas y malezas. Es el único productor que posee cultivo de cacao con respecto a los vecinos. Posee un suelo fértil el cual le ayuda a sus cultivos. Tiene cobertura permanente de suelo. Comercializa su cacao en el mercado local. 	<ul style="list-style-type: none"> Realiza prácticas de poda, control de malezas. El jornalero es obediente y realiza bien las actividades. Realiza control de maleza con guaraña 	<ul style="list-style-type: none"> Productividad alta de cacao Control de plagas adecuado y buena fertilización. Excelente cosecha, cosecha libre de impurezas. Control de malezas. Cuenta con mano de obra con buena disposición, realizan muy bien la poda y la cosecha. 	<ul style="list-style-type: none"> Cuenta con buenas condiciones su cultivo con mejor manejo. Cosecha buen cacao limpio, sin materia o daños y un cacao libre de químicos. Cuenta con mano de obra obediente, responsable y trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> Produce mazorca de gran calidad. Control adecuado de malezas. Mano de obra constante. Profesionalismo en las labores, cuentan con una licencia para realizar las labores. 	<ul style="list-style-type: none"> Realiza constante control de plagas y enfermedades. Buen manejo del cultivo. Conocimiento y buen desempeño aplicado al cultivo. No realiza quemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del grano. Dar mantenimiento a las labores de poda, sombra, clima, malezas. Los jornaleros cumplen con horas de trabajo, no hay valoración, no responden.
DEBILIDADES						
<ul style="list-style-type: none"> Deficiencia en conocimientos de manejo y cosecha. No realiza ningún valor agregado al cacao. En la cooperativa que está asociado no tiene capacidad para el acopio y la comercialización del cacao. 	<ul style="list-style-type: none"> Dificultad de comprar insumos químicos. No transforma el producto para agregar valor. El vecino no desmonilia y se infesta la plantación. No realiza un buen manejo de desmonilia. Daños por plagas y enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> La época seca le afecta la plantación. Cuenta con afectaciones de monilia. 	<ul style="list-style-type: none"> Poca disponibilidad de insumos foliares y fertilizantes para la plantación. Incidencia de plagas (hormigas), incidencia de enfermedades (monilia). 	<ul style="list-style-type: none"> Mal mantenimiento en el cultivo. Cuenta con exceso de luminosidad en el cultivo. Afectaciones de plagas y enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Poco conocimiento en injertar. Debido a las plagas y enfermedades se pierde un 60% de la producción. Poco conocimiento para la transformación de la materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> La fauna provoca pérdidas en la producción tales como los monos y ardilla.
OPORTUNIDADES						
<ul style="list-style-type: none"> Comercializa el grano seco en la comunidad ADTE, está implementando talleres de postcosecha de cacao. En los próximos meses tendrán un comprador externo. 	<ul style="list-style-type: none"> Vende su producto en la comunidad Instituciones ONG brindan capacitación y asistencia técnica. Llegan compradores externos a comprar cacao. 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperativa estaría ofertando un precio estable. ADTE ofrece comprar cacao a precio estable Excelente acceso de vías de comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> Charlas de talleres de postcosecha por parte de amigos de la tierra. Buenas condiciones de vías de comunicación. Constantes vistas de turistas extranjeros. 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperativa estaría ofertando un precio estable. Ofertar chocolate a los turistas. Taller impartido por amigos de la 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperativa estaría ofertando un precio estable. Ofertar chocolate a los turistas. Crecimiento de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> Transformar más cacao en chocolate. Cumplir con requisitos para la exportación.

Finca: Las palmas Productor: Pablo Isidoro Ramírez Arguello Comunidad: Santa Elena	Finca: La flor Productor: José Vicente Espinoza Padilla Comunidad: Pénjamo	Finca: El Carmen Productor: Ernesto Rodríguez Cordonero Comunidad: Pueblo nuevo 2	Finca: Unión 2 Productor: Armando Martínez Hernández Comunidad: Papaturre	Finca: La estrella Productor: Luis Alberto Meza Comunidad: Valle Guadalupe	Finca: El paraíso Productor: Alejandro Amador Mendoza Comunidad: El coral	Finca: El plomo Productor: Ana Jorge Rodríguez Comunidad: Papaturre
<ul style="list-style-type: none"> • Visita de turistas nacionales y extranjeros. 				tierra con la temática de manejo postcosecha.	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres de capacitación para el mercado. • Dar un valor agregado al cacao elaborando chocolate de gran calidad. • Buenas vías de comunicación. 	
AMENAZAS						
<ul style="list-style-type: none"> • Precios de los agroquímicos muy altos • Incurción de nuevos productores • Cambios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • No utiliza abonos ni fertilizantes • Problemas de la pandemia • El cambio de clima • Dificultad de mano de obra • Falta de combustible • Afectación por cambios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pocos compradores de cacao en la zona, conlleva a bajos precios. • Afectación frecuente por huracanes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos inminentes en los precios del cacao. <p>Afectaciones por siniestros naturales como: Huracanes, Fuertes vientos entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos precios por parte de la pandemia de la COVID 19. <p>Dificultad en el transporte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los problemas políticos provocan bajas en los precios del producto. <p>Amenazas por cambios de clima.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La demanda y comercio es demasiado lenta. <p>Los vientos y las lluvias son muy intensos provocan caída de las flores del cacao.</p>

Anexo 9. Nivel de desempeño de las fincas por indicadores en el atributo de productividad

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Rendimiento de grano seco kg ha ⁻¹	100	37.58	96.64	82.68	64.43	63.89	84.12
Ingresos por otros rubros de la parcela de cacao	0	0	0	0	0	0	0
Componentes del rendimiento	96.34	91.42	93.8	100	94.74	88.8	98.15
Relación longitud: diámetro del fruto	98.44	100	97.92	100	93.23	100	96.88
Longitud de mazorca (cm)	100	100	100	100	95.6	100	100
Diámetro de mazorca (cm)	100	97.55	100	100	100	88.18	100
Peso de mazorca (g)	100	81.1	89.09	100	87.64	72.52	100
Peso de grano en baba (g)	79.58	69.86	75.79	100	91.98	72.1	92.04
Semillas por fruto	100	100	100	100	100	100	100

Anexo 10. Valor de medición obtenido de los datos en campo de los componentes del rendimiento por finca

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Rendimiento de grano seco kg ha ⁻¹	569.12	150.33	386.57	330.73	257.71	255.57	336.46
Relación largo ancho del fruto	1.90 (0.24)	2.07 (0.13)	1.92 (0.27)	2.1 (0.15)	1.8 (0.3)	2.26 (0.38)	1.86 (0.2)
Longitud de mazorca (cm)	18.00 (2.54)	18.2 (2.52)	17.4 (1.07)	20.8 (2.62)	16.5 (2.79)	17.85 (3.05)	18.5 (2.63)
Diámetro de mazorca (cm)	9.51 (0.88)	8.75 (0.85)	9.22 (1.32)	9.88 (0.71)	9.18 (0.6)	7.91 (0.39)	9.92 (0.91)
Peso de mazorca (g)	689.10 (169.38)	553.9 (187.97)	608.5 (212.26)	836.7 (244.73)	598.6 (110.46)	495.3 (89.48)	765.6 (208.59)
Peso de grano en baba (g)	148.90 (25.12)	130.7 (30.36)	141.8 (42.61)	187.1 (51.92)	172.1 (23.97)	134.9 (15.84)	172.2 (66.45)
Semillas por fruto	40.50 (6.02)	40.7 (8.87)	42.6 (7.41)	47.1 (6.69)	45.1 (8.17)	40.3 (7.63)	43.1 (10.32)

Anexo 11. Nivel de desempeño de los indicadores del atributo de Estabilidad, resiliencia y confiabilidad

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Edad de la plantación (años)	80.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	80.00
Riesgo de abandono de la plantación	80.00	60.00	100.00	60.00	60.00	80.00	60.00
Orientación de las hileras de árboles de cacao	80.00	20.00	20.00	20.00	80.00	20.00	20.00
Estado de la plantación de cacao							
Frecuencia de la poda de hijos	20.00	100.00	100.00	100.00	100.00	20.00	40.00
Altura de horqueta y ramas	71.20	62.87	53.93	83.80	93.40	75.50	100.00
Numero de ramas	80.00	76.67	70.00	93.33	70.00	98.33	55.00
Distancia entre hilera	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	96.67.
Distancia entre planta	96.33	91.67	100.00	100.00	95.67	100	95.67
Autosombra del cacao: Porcentaje de sombra producida por el follaje del cacao	80.00	60.00	80.00	80.00	100.00	100.00	100.00
Estado físico de los árboles.	55.00	100.00	10.00	10.00	75.00	100.00	50.00
Porcentaje de sombra al cacao	60.00	60.00	80.00	80.00	80.00	60.00	40.00
Densidad de árboles de cacao	83.23	100.00	67.32	100.00	96.94	47.98	100.00
Incidencia de enfermedades %	60.00	60.00	70.00	70.00	60.00	60.00	60.00
Monilia	20.00	20.00	40.00	40.00	20.00	20.00	20.00
Mazorca negra	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Incidencia de plagas (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ardilla	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Pájaros	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Capacidad de restauración del sistema cacao	30.00	40.00	100.00	100.00	40.00	80.00	0.00
Diversidad de especies	100.00	70.00	70.00	50.00	50.00	60.00	40.00

Anexo 12. Valor obtenido de los datos en campo

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Edad de la plantación (años)	4.5	14	8	10	14	22	30
Riesgo de abandono de la plantación. Edad del propietario	64	54	44	61	65	55	62
Número de hijos que ayudan al manejo del cacao	5	0	2	0	0	2	0
Orientación de las hileras de árboles de cacao	Hileras perpendiculares a pendiente	Paralela a la pendiente	Paralela a la pendiente	Paralela a la pendiente	Hileras perpendiculares a pendiente	Paralela a la pendiente	Paralela a la pendiente
Estado de la plantación de cacao							
Frecuencia de la poda de hijos	1	12	12	12	24	1	2
Altura de la horqueta	106.80 (44.27)	94.3 (31.25)	80.9 (45.02)	125.7 (44.26)	140.1 (43.69)	113.25 (23.05)	182.05 (53.59)
Numero de ramas	2.40 (0.94)	2.3 (0.48)	2.1 (0.56)	2.8 (0.78)	2.1 (0.85)	2.95 (1.05)	1.65 (0.67)
Distancia entre hileras (m)	3.44 (0.12)	3.32 (0.14)	3.51 (0.02)	3.39 (0.375)	3.86 (0.55)	2.9 (0.22)	3.22 (0.62)
Distancia entre plantas (m)	2.758 (0.32)	3.2 (0.16)	3.6 (4.68)	2.877 (1.13)	4.08 (0.9)	2.87 (0.14)	2.89 (0.39)
Autosombra del cacao: Porcentaje de sombra producida por el follaje del cacao	32.00 (8.37)	80 (12.24)	33 (34.2)	67.6 (12.6)	40.75 (17.15)	56 (18.66)	42.4 (22.82)
Estado físico de los árboles.	55	100	10	10	75	100	50
1	30	40	0	10	35	10	20
2	0	20	0	0	15	55	5
3	25	40	10	0	25	35	25

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Porcentaje de sombra al cacao	16 (35.77)	24.6 (42.31)	43 (32.71)	26.75 (31.6)	16 (17.85)	5.5 (7.47)	54.00 (36.47)
Densidad de árboles de cacao	680	880	550	944	792	392	928
Incidencia de enfermedades %							
Monilia	39.56 (31.89)	59.63 (24.93)	17.69 (16.23)	17.77 (10.55)	41.44 (27.9)	35.52 (25.45)	51.8 (33.44)
Mazorca negra	0.00 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0.83 (3.72)	0.23 (0.93)	1.55 (4.61)
Incidencia de plagas (%)							
Ardilla	0.00 (0.00)	1.25 (3.95)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0.17 (0.79)
Pajaros	0.00 (0.00)	1.21 (2.77)	3.31 (6.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	1.87 (3.83)	4.27 (9.94)
Frutos sanos	60.44 (31.89)	37.89 (25.47)	78.98 (19.58)	82.22 (10.55)	57.71 (28.93)	62.35 (24.89)	37.18 (35.67)
Daño total	39.56 (31.89)	62.1 (25.47)	21.01 (19.58)	17.77 (10.55)	42.28 (28.93)	37.64 (24.89)	57.81 (37.16)
Capacidad de restauración del sistema cacao	30	40	100	100	40	80	0
Tipo de evento	Vientos fuertes	Huracán	Inundaciones	Huracán	Vientos fuertes	Inundaciones + Vientos fuertes	Vientos fuertes
Diversidad de especies	10.00	7	7	5	5	6	4
Frutales	5	4	3	3	2	3	2
Especies	Aguacate, mamón chino, musáceas, cacao, Naranja, mango	Naranja dulce, naranja agria, cacao musáceas	Guaba, naranja dulce, cacao	Mamon chino, musáceas, cacao	Musáceas, naranja dulce, cacao	Musáceas, zapote mico, cacao	Musáceas, cacao
Forestales	5	3	4	2	3	3	2

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Especies	Cedro real, Jobo, helequeme, tiguaitil, cajura.	Cedro real, helequeme, ardillo	Corozo, carol, guanacaste, lagarto corroncha.	Madero negro, Cedro real	Cedro real, madero negro, macuelizo.	Cedro real, laurel, madero negro.	Cedro real, madero negro.
Población de árboles de sombra	280	112	128	112	160	72	88
Arboles	184	80	128	80	160	24	88
Musáceas	96	32	0	32	0	48	0

Anexo 13. Índice de diversidad de Shannon por finca

No.	Finca	Especies Forestales	Índice de Shannon
1	Las Palmas	11	1.93
2	El Carmen	7	1.74
3	El Plomo	7	1.73
4	Unión 2	5	1.35
5	La Flor	6	1.29
6	El Paraíso	6	1.6
7	La Estrella	4	1.04

Anexo 14. Índice de Shannon de diversidad de artrópodos

No.	Finca	Especies	Índice de Shannon
1	Las Palmas	8	1.49
2	El Carmen	3	1.133
3	El Plomo	6	0.809
4	Unión 2	4	0.93
5	La Flor	5	0.661
6	El Paraíso	8	0.899
7	La Estrella	4	1.03

Anexo 15. Nivel de desempeño de las fincas por indicadores y sus sub indicadores según propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Propiedades físicas							
Textura de suelo:	20.00	20.00	20.00	20.00	40.00	20.00	40.00
Profundidad efectiva de suelo (cm)	98.33	55.00	95.00	100.00	85.50	100.00	91.00
Pendiente del área (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Propiedades químicas							
pH del suelo	80.00	80.00	80.00	100.00	100.00	100.00	80.00
Conductividad eléctrica (dS/m)	100.00	100.00	80.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Contenido de materia orgánica (%)	99.20	66.40	99.20	85.00	78.80	67.40	88.80

N (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
P ppm	51.93	29.33	15.20	20.00	51.93	46.60	28.47
K meq/100	71.11	2.22	31.11	42.22	71.11	88.89	24.44
Ca (%)	54.42	43.08	72.67	68.17	72.67	58.08	100.00
Mg (%)	68.00	92.67	87.67	75.00	92.67	55.00	100.00
CIC (%)	100.00	60.00	80.00	80.00	100.00	60.00	80.00
Propiedades biológicas							
Número de Lombrices	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Diversidad de artrópodos	40.00	40.00	20.00	40.00	20.00	40.00	40.00

Anexo 16. Valor obtenido en campo de los indicadores que corresponden a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Propiedades físicas							
Textura de suelo	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Franco arcilloso	Arcilla	Franco arcilloso
Arena %	20.4	12.16	16.4	14.16	28.16	16.4	33.16
Arcilla %	45.6	52.98	53.6	54.98	38.98	51.6	32.98
Limo %	34	34.86	30	30.86	32.86	32	28.86
Profundidad efectiva de suelo (cm)	98.33 (99.31)	55 (13.22)	95 (5)	102 (3.46)	85.5 (16.36)	100 (0)	91 (10.44)
Pendiente del área (%)	1.87 (1.51)	0.68 (0.67)	2.05 (1.69)	3.03 (3.04)	1.625 (1.26)	3.18 (2.81)	1.6 (1.25)
Propiedades químicas							
pH del suelo	6.69	5.64	6.9	6.36	6.44	6.48	6.77

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Conductividad eléctrica (dS/m)	44.6	35.63	120.27	75.97	64.47	29.59	76.17
Contenido de materia orgánica (%)	4.96	3.32	4.96	4.25	3.94	3.37	4.44
N (%)	0.52	0.38	0.36	0.38	0.52	0.3	0.5
P ppm	7.79	4.4	2.28	3	7.79	6.99	4.27
K meq/100	0.32	0.01	0.14	0.19	0.32	0.4	0.11
Ca (%)	6.53	5.17	8.72	8.18	8.72	6.97	12.67
Mg (%)	2.04	2.78	2.63	2.25	2.78	1.65	3.57
CIC (%)	41.97	22.82	38	33.02	41.97	27.79	35.14
Propiedades biológicas							
Número de lombrices por m ²	417	625	2,500	625	2,604	1,250	1,250
Diversidad de artrópodos	8	3	6	4	5	8	4
Especies	Comején, hormigas, arañas, zompopo	Hormigas, arañas, gusano rosquilla	Cien pies, araña, hormiga, cucaracha, gusano rosquilla, grillo.	Babosa, araña, hormiga, zompopo	Gusano rosquilla, araña, hormiga	Cucaracha, hormiga, zompopo, babosa	Araña, hormiga, zompopo

Anexo 17. Nivel de desempeño del indicador y sub indicadores de Manejo del suelo

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Cobertura de suelo (%)	100.00	90.00	100.00	98.00	82.50	98.75	100.00
Intensidad de manejo de malezas	100.00	50.00	100.00	75.00	100.00	50.00	50.00
Tipos de control de malezas	100.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Prácticas de reciclaje de biomasa	100.00	100.00	100.00	80.00	100.00	80.00	80.00

Anexo 18. Valor obtenido en campo del indicador y sub indicadores de manejo del suelo

	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Cobertura de suelo (%)	100.00 (7.64)	90.00 (17.32)	100.00 (0)	98.00 (2.73)	82.50 (13.13)	98.75 (2.32)	100.00 (0)
Intensidad de manejo de malezas							
Número de veces que realiza control de malezas en el año	4	2	4	3	4	2	2
Tipos de control de malezas	Control mecánico (machete)	Control mecánico (machete +	Control mecánico (machete +	Control mecánico (machete +	Control mecánico (machete +	Control mecánico (machete +	Control mecánico (machete +

		moto guadaña)	moto guadaña)	moto guadaña)	moto guadaña)	moto guadaña)	moto guadaña)
Prácticas de reciclaje de biomasa	Restos de poda de cacao, árboles, malezas, hojarasca y abono orgánico	Restos de poda de cacao, árboles, malezas, hojarasca y abono orgánico	Restos de poda de cacao, árboles, malezas, hojarasca y abono orgánico	Restos de poda de cacao, árboles, malezas y hojarasca.	Restos de poda de cacao, árboles, malezas, hojarasca y abono orgánico	Incorpora restos de poda de cacao, malezas y hojarasca.	Restos de poda de cacao, árboles, malezas y hojarasca.

Anexo 19. Nivel de desempeño de los atributos de adaptabilidad y sus sub indicadores

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Estado del cacao entregado o vendido	100.00	80.00	100.00	100.00	80.00	80.00	60.00
Capacidad para fermentar y secar cacao	60.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
Diversidad vegetal cultivada	100.00	100.00	100.00	100.00	80.00	100.00	100.00
Diversidad animal presente	80.00	100.00	100.00	80.00	80.00	80.00	60.00
Participación en actividades de capacitación	33.33	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00
Asistencia técnica recibida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes de agua	100.00	80.00	80.00	80.00	100.00	80.00	80.00

Anexo 20. Valores obtenidos en campo del atributo de adaptabilidad y sus sub indicadores

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Estado del cacao entregado o vendido	Cacao seco fermentado	Cacao seco sin fermentar	Cacao seco fermentado	Cacao seco fermentado	Cacao seco sin fermentar	Cacao seco sin fermentar	Cacao en baba
Capacidad para fermentar y secar cacao							
Para fermentar	Bolsa plástica	0	Bolsa plástica	Bolsa plástica	Bolsa plástica	0	0
Para secar	Tendal plástico	Secador Elba	Secador Elba	Secador Elba	Secador Elba	Secador Elba	0
Diversidad vegetal cultivada	12	15	14	18	9	16	14
Cultivos perennes	9	9	9	12	9	10	10
Cultivos anuales	2	3	3	3		2	2
Hortalizas			1			1	

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Raíces y tubérculos	1	3	1	3		3	2
Diversidad animal presente	3	5	5	3	3	3	2
Ganado mayor	1	1	2	1	1		
Ganado menor	1	1	1	1		1	
Aves de corral	1	3	2	1	2	2	2
Participación en actividades de capacitación	2021 - IPSA - ADTE	0	2021 - IPSA	0	0	0	0
Asistencia técnica recibida	0	0	0	0	0	0	0
Fuentes de agua	Pozo + agua potable	Pozo	Pozo	Pozo + Rio + Quebrada	Pozo + Rio + Agua potable	Pozo + Quebrada	Pozo

Anexo 21. Nivel de desempeño del atributo de equidad y sus sub indicadores

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Integración familiar en las actividades de la parcela	100.00	100.00	100.00	17.59	3.70	100.00	0.00
Integración familiar en actividades del hogar	50.00	18.75	37.50	37.50	25.00	43.75	12.50

Anexo 22. Valores obtenidos del atributo de equidad y sus sub indicadores

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Integración familiar en las actividades de la parcela							
Total de jornales contratados	0	0	0	82.41	96.3	0	100

mano de obra familiar	100	100	100	17.59	3.7	100	0
Integración familiar en actividades del hogar							
Padre	62.5	56.25	50	81.25	43.75	50	62.5
Madre	81.5	31.25	75	50	50	87.5	25
Hijos	0	12.5	12.5	18.75	25	0	0
Padre + Madre	50	18.75	37.5	37.5	25	43.75	12.5

Anexo 23. Nivel de desempeño del atributo de autogestión y sus sub indicadores

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Presencia y acceso al mercado	33.00	33.00	33.00	66.70	33.00	66.00	66.00
Cantidad porcentual de cacao que transforma y vende	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Autoabastecimiento de alimentos	37.50	87.50	100.00	100.00	50.00	100.00	100.00
Diversificación de mercados	60.00	60.00	80.00	100.00	60.00	60.00	60.00
Aceptabilidad del sistema de producción de cacao	100.00	100.00	80.00	80.00	100.00	100.00	100.00

Anexo 24. Valores obtenidos del atributo de autogestión y sus sub indicadores

Indicador	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7
Presencia y acceso al mercado (productores de Refugio de vida silvestre Los Guatuzos)	Mercado de San Carlos	Vecino o particular	Mercado de San Carlos	Vecino o particular + Mercado de San Carlos	Mercado de San Carlos	Mercado de San Carlos + Comprador nacional	Upala, Costa Rica + Comprador nacional
Cantidad porcentual de cacao que transforma y vende	0	0	10	0	0	0	0
Autoabastecimiento de alimentos							
De lo producido en la finca, ¿qué porcentaje cubre para la alimentación del hogar?	30	70	80	80	40	80	80
Diversificación de mercado							
Quién decide el precio del cacao	Comprador	Comprador	Por acuerdo mutuo	Productor	Comprador	Comprador	Comprador
Tipos de apoyos recibidos por la cooperativa	2021 - Capacitación	0	0	0	0	0	0
Aceptabilidad del sistema de producción de cacao	Muy satisfecho	Muy satisfecho	Satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho	Muy satisfecho	Muy satisfecho