

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

POR:

BRAYAN FERNANDO HERNANDEZ ELVIR

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO HONDURAS C.A.

ABRIL 2023

**APORTE DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO (*Theobroma cacao*) A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE FAMILIAS DE LA
COMUNIDAD DE FLOR DEL CAFÉ, MICROCUENCA DEL RIO TALGUA,
OLANCHO**

POR:

BRAYAN FERNANDO HERNANDEZ ELVIR

PhD. MARIO EDGARDO TALAVERA SEVILLA

Asesor Principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

CATACAMAS

OLANCHO

ABRIL, 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

Dedico mi tesis profesional de mi carrera a mi familia, los cuales han sido el motivo de inspiración a diario brindándome siempre todo su amor y apoyo económico y emocionalmente dándome a conocer que todo se puede lograr en esta vida.

Con mucho amor a mis abuelos paternos Lenis Castro y Alonso Hernandez a mis abuelos maternos, Mayra Calix (QDDG) y Tomas Elvir a mis padres Oneida Damira Elvir y Nolberto Alonzo Hernandez también mis hermanos Valeria Hernandez, Luis David Hernandez, Fabricio Hernandez ,y demás familiares , que de una u otra forma este trabajo les pueda servir como ejemplo de que cuando se quiere se pueden lograr todas las cosas que nos proponemos sin importar los obstáculos que se nos pongan en frente día a día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco antes de todo, a Dios Todo Poderoso, por darme la fortaleza para no dejarme en ningún momento de mi vida, para vencer todas las dificultades que se me han presentado en todo momento, me demuestra que siempre está conmigo y que nunca me dejara solo, porque yo sé que soy su hijo, y él es mi Padre.

De igual forma agradezco a los productores de cacao de la comunidad de Flor de café , Catacamas, por el apoyo brindado, también quiero agradecer a mis asesores que desde que inicie este proceso de tesis estuvieron orientándome y apoyándome en cada una de las actividades y también a mis compañeros y amigos Orlen Benítez, Cesar Milla, Kevin Jiménez , Flor Molina ,Jeferson Escobar que de una u otra forma me ayudaron siempre estuvieron ahí para trabajar conmigo, quienes nos apoyábamos para enfrentar cada dificultad que se nos atravesaba a diario y nunca rendimos por más difícil que parecía el camino siempre seguimos adelante

A la Universidad Nacional de Agricultura por ser mi alma mater y por haberme formado como un profesional

PhD. Mario Edgardo Talavera Sevilla, por su apoyo

A los productores de la comunidad de Flor del café gracias por haberme brindado su confianza, cada uno de sus consejos y por prestarme su parcela para realizar la investigación, agradeciendo a mis asesores por su tiempo, dedicación y orientación en mi trabajo

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I INTRODUCCION	2
II. OBJETIVOS	4
2.1. GENERAL.....	4
2.2. ESPECIFICOS.....	4
III. REVISION DE LITERATURA.....	5
3.1 Sistemas agroforestales.....	5
3.2 Sistemas agroforestales con cacao.....	6
3.2.1 La sombra en los sistemas agroforestales con cacao	7
3.3 Importancia del cacao en Centro America	7
3.3.1 Importancia del cacao en Honduras.....	8
3.3.2 Potencial del cacao en Honduras	9
3.4 Variedades de cacao	10
3.5. Manejo del sistema agroforestal	11
3.6. Generación de ingresos en el cultivo de cacao bajo sistema agroforestal	15
3.7 Beneficios de los sistemas agroforestales para la seguridad alimentaria	17
IV MATERIALES Y MÉTODO	19
4.1. Descripción del área	19
4.1.1 Ubicación de los sistemas agroforestales bajo estudio.....	19
4.2 Metodología.....	20
4.2.1 Socialización del trabajo de investigación y documentación de productores	20
4.2.2 Caracterización edafoclimática de los sistemas agroforestales bajo estudio.	21
a) Caracterización de la fertilidad del suelo	21
b) Caracterización de la salinidad del suelo	21

c)	Determinación de la materia orgánica del suelo	21
d)	Caracterización de la profundidad efectiva del suelo.....	22
e)	Caracterización de la cobertura y uso del suelo	22
f)	Determinación de variables climáticas.....	22
4.2.3	Evaluación de las prácticas de manejo del sistema Agroforestal	22
a)	Identificación del diseño de las parcelas	23
b)	Identificación del tipo de fertilización y regulación de sombra	23
c)	Documentación de la cosecha y comercialización del cacao	23
d)	Muestreo de la mazorca negra en el sistema agroforestal con cacao	24
4.2.4	Actividades prácticas de campo	24
a)	Capacidad de fijación de carbono y biomasa en sistemas agroforestales	25
b)	Se cálculo el porcentaje de sombra existente en el sistema agroforestal y sus implicaciones para el rendimiento del cacao y especies acompañantes..	25
c)	Con el apoyo de las familias productoras, se hizo una valoración del rendimiento de cacao y sus especies acompañantes.....	25
d)	Parámetros de calidad del cacao (almendra) producido.	25
e)	Rendimiento del cacao y especies acompañantes	25
4.2.5	Capacidad de almacenamiento de carbono.....	26
4.2.6	Aspectos a mejorar en los sistemas de producción.....	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1	Condiciones generales de las fincas	28
5.2	Caracterización edafoclimática de los sistemas agroforestales bajo estudio.....	30
5.2.1	pH del suelo	30
5.2.2	Conductividad eléctrica (CE)	31
5.2.3	Materia orgánica y nitrógeno total.....	32
5.2.4	Fósforo y Potasio	34
5.2.5	Los cationes cambiables	35
5.2.6	Profundidad de suelo	35
5.2.7	Temperatura, humedad relativa y precipitación	36
5.3	Incidencia de la mazorca negra en el cultivo de cacao.....	37
5.4	Contribución del sistema agroforestal con cacao a la seguridad alimentaria de las familias productoras	39
5.4.1	Análisis del ingreso económico del cacao y especies acompañantes.....	42
5.5.	Capacidad de fijación de carbono y biomasa	43
5.6.	Aspectos a mejorar en los sistemas de producción.....	45
VI.	CONCLUSIONES.....	47

VII RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
ANEXOS.....	53

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Condiciones generales de las fincas de los productores de cacao	28
Cuadro 2. Valores de conductividad eléctrica de las fincas	32
Cuadro 3. Profundidad efectiva del suelo en las fincas de los productores.....	36
Cuadro 4. Incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i> L.) y cantidad de sombra en las plantaciones de cacao bajo estudio.....	38
Cuadro 5. Ingresos por venta de cacao en baba por año.....	40
Cuadro 6. ingresos económicos del cacao y especies acompañantes.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1Ubicación del área de estudio, Microcuenca del Río Talgua.....	20
Figura 2. Valores de pH de suelo de las fincas de los productores de cacao	31
Figura 3. Contenido de materia orgánica de los suelos de las fincas de los productores	33
Figura 4. Contenido de fosforo y potasio en los suelos de las fincas.....	34
Figura 5Almacenamiento y tasas de fijación de carbono en biomasa arriba del suelo en las fincas de los productores de cacao	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Almacenamiento y tasas de fijación de carbono en biomasa arriba del suelo	
Almacenamiento y tasas de fijación de carbono en biomasa arriba del suelo.....	43
Tabla 2. Almacenamiento de carbono en necro masa de cacaotales	44

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cobertura vegetal y pendiente de la finca de Abilio But	53
Anexo 2. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Alonso	53
Anexo 3.4 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Gregorio.....	54
Anexo 4 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Jose Adrian.....	55
Anexo 5 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Luis Molina	56
Anexo 6. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Maria But	56
Anexo 7. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Marvin But	57
Anexo 8. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Maximina Ramírez.....	57
Anexo 9 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Melvin Rodríguez	58
Anexo 10. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Orlando Ordoñez.....	58
Anexo 11. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Oscar But.....	59
Anexo 12. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Oscar Baca	59
Anexo 13. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Oscar Vasquez	60
Anexo 14. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Pablo But	60
Anexo 15. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Yuny But.....	61
Anexo 16. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Abelino But.....	61
Anexo 17 Mazorca negra (Phytophthora Palmivora L.).....	62
Anexo 18 Profundidad Efectiva de suelos de fincas de los productores	62
Anexo 19 Entrevista con los productores	62
Anexo 20 Documentación de la cosecha	62

Hernandez Elvir, C.A. Aporte de los sistemas agroforestales con cacao (*theobroma cacao*) a la seguridad alimentaria de familias de la comunidad de Flor del Café, microcuenca del río Talgua, Olancho, Tesis Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas., Olancho, Honduras, C.A. 79pág.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en 18 fincas de cacao, ubicadas en el municipio de Catacamas en el departamento de Olancho con el propósito de generar una serie de información de ingresos económicos que permitirá determinar el aporte económico que tienen los Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao a las familias productoras; a la vez, evaluar la influencia de las condiciones agroclimática en el manejo y desarrollo del cacao producido. La metodología empleada consistió en la caracterización edafoclimática de los sistemas agroforestales bajo estudio, así como entrevistas de tipo técnico y de carácter socioeconómico a los dueños las fincas. Se encontró que los sistemas agroforestales con cacao generan ingresos significativos, superiores al sistema de monocultivo de cacao, principalmente debido al ingreso que se obtiene por la venta de una parte de la producción de las especies acompañantes y del mismo cacao. Estas especies acompañantes sirven como sombra y al mismo tiempo generan ingresos extra, pero además, una parte la consume la familia (musáceas, naranjas, otros frutales) y ello aporta a la mejora de la dieta y a la seguridad alimentaria de la familia. Por otra parte, las especies maderables aportan leña y representan un ingreso importante por la venta de madera a futuro. Afortunadamente, se encontró que las condiciones agroclimáticas son adecuadas para el cultivo de cacao.

Palabras claves: Sistemas agroforestales, Edafoclimáticas , Seguridad alimentaria.

Hernandez Elvir, C.A. Contribution of agroforestry systems with cocoa (*Theobroma cacao*) to the food security of families in the Flor del Café community, Talgua river micro-basin, Olancho, Engineering Thesis in Integral Management of Natural Resources and Environment. National University of Agriculture. Catacamas., Olancho, Honduras, C.A. 79p.

ABSTRACT

The present study was carried out in 18 cocoa farms, located in the municipality of Catacamas in the department of Olancho. The purpose of the study was to be able to generate a series of information on economic income that will allow determining the economic contribution of Agroforestry Systems (SAF) with cocoa to producing families and the evaluation of the influence of agroclimatic conditions on the management and development of the cacao produced. The methodology used consisted of the edaphoclimatic characterization of the agroforestry systems under study and a technical and socioeconomic interview with the farm owners. It was found that agroforestry systems with cocoa generate significant income, higher than the cocoa monoculture system, mainly due to the income obtained from the sale of part of the production of the accompanying species and the cocoa itself. These accompanying species serve as shade and at the same time generate extra income, but in addition, a part is consumed by the family (musaceae, oranges, other fruit trees) and this contributes to improving the diet and food security of the family. On the other hand, timber species provide firewood and represent an important income from the sale of wood in the future. Fortunately, it was found that the agroclimatic conditions are suitable for the cultivation of cocoa.

Keywords: Agroforestry systems, Edaphoclimatic, Food security, Income

I INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao L.*), especie umbrófila, originaria del Alto Amazonas, ha sido cultivado en América Central desde la época precolombina, en asocio con especies de mayor aporte que le brindan sombra y en muchos casos otros beneficios al productor, como alimento, madera, leña, forraje, etc. De acuerdo con ello, lo que se busca con el sistema agroforestal con cacao es aportar a la seguridad alimentaria de las familias de los productores y mejorar su calidad de vida.

El cacao injertado en asociación con el plátano de amplia demanda local, madreño, una leguminosa de rápido crecimiento empleada como sombra semipermanente y una de las siguientes especies maderables: caoba, granadillo rojo, laurel o San Juan de aserrío, muy apreciadas y bien cotizadas, son recomendadas como sombra definitiva. El cacao establecido con árboles acompañantes se define como un sistema agroforestal. Esta combinación de plantas y cultivo del cacao brinda diferentes beneficios y productos a las familias haciendo un mejor uso de las parcelas de cacao, mejorando de manera sostenible con amplios beneficios ambientales, sociales y económicos (Dubón 2016).

Según el MAVDT (2005) el establecimiento de sistemas agroforestales en áreas rurales, donde la presión sobre los bosques ha sido históricamente fuerte, podría ser una alternativa para prevenir procesos de degradación y, de ese modo, aumentar la seguridad alimentaria de las comunidades que habitan en estas zonas.

En los sistemas agroforestales con cacao uno de los principales resultados encontrados es el ingreso extra generado para la familia de los productores los cuales han obtenido una mejor calidad de vida y mejorado su seguridad alimentaria obteniendo productos extras como ser musáceas, aguacates , y especial maderable que les permitirán tener un ingreso monetario a largo plazo.

De acuerdo con el estudio se logró obtener la salud que presentan los suelos de las fincas de los productores lo que se logró observa con déficits de materia orgánica, fosforo, potasio y nitrógeno, esto se da debido a la relación de la materia orgánica ya que es regulariza los niveles de disponibilidad de nutrientes y mejora la infiltración.

II. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Analizar el aporte de sistemas agroforestales con cacao en la seguridad alimentaria de familias de la microcuenca del Río Talgua.

2.2. ESPECIFICOS

- A. Determinar la contribución de plantaciones agroforestales con cacao al ingreso económico y la seguridad alimentaria de familias de la microcuenca del Río Talgua.
- B. Evaluar la influencia de las condiciones agroclimáticas y de manejo en el desarrollo y calidad del cacao producido.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Sistemas agroforestales

Los sistemas Agroforestales (SAF) son una buena manera de producción que permite el uso adecuado de la tierra ya que existe interacción biológica entre diversos cultivos y animales. Esto permite la diversificación y sostenibilidad de la producción en un sistema (López, 2007). Estos sistemas contribuyen al problema de irracionalidad que existe en la humanidad con respecto al uso de los recursos naturales, debido a que cumplen con importantes funciones biológicas y socioeconómicas (Alvarez et al., 2016).

Los SAF se fundamentan en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles con concordancia con objetivos y planificaciones propuestas, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas (Ramírez, citado por Palomeque, 2009).

Según Montagnini (1992), esta práctica es considerada como uno de los sistemas de cultivos más antiguos del mundo. Sin embargo el interés científico y político empezó a partir de los años 70 a raíz de la necesidad del uso sostenible de las tierras, sobre todo en áreas económicas deprimidas. Los SAF mantienen el equilibrio en la biodiversidad (especies depredadoras protegen al cultivo de importancia contra plagas y enfermedades o protegen a especies polinizadoras importantes para garantizar la cosecha de algunos cultivos) y la dinámica del suelo, brindando beneficios a los humanos y proveyendo un hábitat donde la biodiversidad puede vivir y reproducirse.

El programa de Cacao y Agroforestería FHIA (2014), explica la importancia de los sistemas agroforestales en asocio con cacao, ya que estos ayudan a incrementar la

rentabilidad de producción debido a que incluyen varios componentes productivos especialmente, los árboles.

3.2 Sistemas agroforestales con cacao

El uso de especies de árboles comerciales en reemplazo a las especies que los productores de cacao usan para brindar sombra a este cultivo han sido propuestas por el Programa de Cacao y Agroforestería de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), en su mayoría son leguminosas, conocidas como especies de servicio por el buen sombreado que le brinda al cultivo de cacao, aunque con pocos beneficios adicionales. Cabe mencionar que la primera especie con la que el cacao es asociado en su primera etapa de vida es la musacea, especialmente plátano (FHIA, 2004).

En el caso del cacao, lo ideal es establecer los maderables antes o simultáneamente con el mismo, usando a la vez otras especies de rápido crecimiento que servirán de sombra “puente”, mientras se desarrolla la especie maderable que aportará la sombra definitiva o permanente. Sin embargo, ya en plantaciones establecidas que están bajo sombra de una o varias especies tradicionales es factible hacer el cambio de sombra tradicional de leguminosas a especies maderables con el propósito de buscar mayores ingresos a largo plazo sin comprometer el ambiente (FHIA, 2014).

Los sistemas agroforestales tienen gran potencial para retener el carbono atmosférico, tanto en las partes aéreas de las plantas, como en el sistema radicular y en la materia orgánica del suelo; representan una alternativa para los productores al reducir la dependencia de un solo cultivo, logrando por lo general, incrementar la rentabilidad en las fincas (Farfán, 2014).

Los sistemas agroforestales tradicionales con cacao son considerados componentes importantes en países de América, Asia y sobre todo para países megadiversos como México, Ecuador, Perú, Tanzania, Indonesia y Australia. Por ello en regiones tropicales como la Amazonía ecuatoriana, estos sistemas son considerados policultivos multi-

estratificados, en donde la diversidad de especies de árboles con fines múltiples funciona como alternativas para la conservación de la biodiversidad y los paisajes (Raintree, 1989)

3.2.1 La sombra en los sistemas agroforestales con cacao

En los sistemas agroforestales con cacao la sombra permanente la proporcionan principalmente especies forestales de madera fina y de alto valor. Tal como se indicó anteriormente, los árboles maderables se deben establecer en el terreno al menos 6-7 meses antes de sembrar el cacao, simultáneamente con las especies de sombra temporal e intermedia. Las especies maderables proveerán la sombra permanente o definitiva que abrigará al cacao durante toda su vida productiva, protegiéndolo contra la radiación solar directa y otros efectos desfavorables de clima y suelo, proporcionando condiciones ambientales más estables para el cultivo (Dubon, 2016).

La mayoría de las especies forestales utilizadas como sombra permanente del cacao se cosechan a los 25 años de edad, generando en ese momento muy buenos ingresos económicos para el productor. Cuando se hace la cosecha de las especies forestales, se considera oportuno aprovechar para renovar la plantación de cacao, con nuevos materiales genéticos, de mejores características que puedan estar disponibles. Cuando el cacao tiene suficiente sombra en su sistema se logran muchos beneficios, principalmente que se alarga la vida de producción del cacao, la sombra ayuda a que la planta de cacao no se agote tan fácilmente y permite menos demanda de insumos (Infocacao 2016)

3.3 Importancia del cacao en Centro America

En Centroamérica, el cultivo del cacao está en las manos de pequeños productores indígenas y campesinos pobres que viven y trabajan en zonas remotas, con deficientes vías de comunicación y muchas veces alrededor de áreas protegidas de interés nacional e internacional (Beer *et al.* 2003)

Los productores cacaoteros centroamericanos representan unos 16,400 hogares que se dedican a la agricultura de subsistencia. Las familias cultivan, en conjunto, unas 18 mil

ha de cacaotales, producen anualmente unas tres mil toneladas de cacao con un valor bruto aproximado de US\$7 millones por año. En cada zona cacaotera, la producción, acopio y comercialización del cacao está en manos del código general del ambiente (COA). En general, el código general del ambiente (COA) tienen similares problemas de producción, débil desempeño empresarial y limitada integración a las cadenas nacionales del cacao, lo cual afecta severamente su competitividad (Orozco *et al.*, 2015)

3.3.1 Importancia del cacao en Honduras

La producción de cacao en Honduras tuvo un gran auge en los años 80 y 90, prácticamente hasta el año 1997, periodo en el cual el cultivo tuvo un fuerte crecimiento respaldado por precios atractivos que brindaba el mercado. Este auge estuvo asociado en gran parte con el mayor demandante que tenían los productores y productoras del país, que era la Asociación de Productores de Cacao de Honduras (APROCACHO).

El cacao en Honduras representa una actividad productiva muy importante para los pequeños productores. La producción se concentra en la zona noroccidental, litoral atlántico y Olancho, sumando aproximadamente 4,468 ha. en sistemas agroforestales tradicionales, establecidos por unos 3,469 productores. En los últimos años se ha estado promoviendo la producción de cacao orgánico y actualmente son siete las organizaciones de productores que están iniciando con este tipo de producción en los departamentos de Gracias a Dios, Olancho, Colón, Atlántida, Cortés, Yoro, Santa Bárbara, con un aproximado de 1,600 ha (Salvador, 2018)

La Fundación Hondureña para la Investigación Agrícola (FHIA) a través del Programa de Cacao y Agroforestería, en el año 2013, calculó que el uso potencial de suelos aptos para plantaciones de cacao es de 32,000 hectáreas, con suelos con pendientes menores al 16 %, altitudes entre 200 a 900 msnm, precipitaciones medias entre 1,500-3,000 mm y temperatura media de 21° C a 26° C, con moderado a buen drenaje.

La conductividad eléctrica determina la salinidad que afecta al suelo, por lo tanto, influye en la capacidad de absorción de la raíz de la planta, disminuyendo su crecimiento. De esta

manera, se reduce su capacidad para absorber oxígeno, no contribuyendo a mitigar el impacto ambiental (Guamán Paredes, 2007).

Según Hernández *et al.* (2018), la conductividad eléctrica fue considerada en el dominio ambiental, para determinar como la salinidad proveniente del riego afecta en la calidad del suelo, ya que esto influye en el esfuerzo que realiza la raíz de la planta para su capacidad de absorber nutrientes provenientes de este recurso.

Los enfoques más comunes para identificar y clasificar los suelos afectados por sal, se basan en la información rigurosa de clases con fronteras nítidas, elaborado ya sea por las propiedades del suelo, tales como el grado de acidez o alcalinidad del suelo (pH), la conductividad eléctrica (CE), el porcentaje intercambiable de sodio (PSI) y la relación de adsorción de sodio (RAS), o de las relaciones de aniones y cationes presentes en el extracto de saturación del suelo (Metternicht y Zinck, 2003).

3.3.2 Potencial del cacao en Honduras

Duran y Dubon (2016) expresan en sus documentos que es incuestionable la importancia del cacao para los habitantes de Honduras desde la época prehispánica hasta esta fecha. La abundancia y dispersión de caseríos por todo el territorio con nombres relacionados al cacao, es testimonio de este hecho. La región con tradición de establecimiento del cacao como cultivo (desde los años ochenta) es la zona norte, especialmente en los departamentos de Atlántida, Cortés y parte de Yoro. Posteriormente han ido emergiendo nuevas zonas en los departamentos de Gracias a Dios, Olancho, Santa Bárbara y Copán.

Es importante señalar que Honduras se caracteriza por tener dos períodos de cosecha de cacao durante el año: la primera, y principal por el volumen de cosecha, entre los meses de octubre y diciembre y la segunda de marzo a abril. El cacao producido es mayoritariamente de variedades trinitarias. Estas variedades se caracterizan por producir un cacao fino y de aroma, lo que le ha merecido premios a nivel internacional (Cernas, 2014)

3.4 Variedades de cacao

En cuanto a genética, en el país, existen cacao criollo o nativo, cacao forastero y cacao trinitario. Los trinitarios son producto del cruce entre criollos y forasteros (Dubón y Sánchez, 2011).

Cacao del tipo criollo o nativo: Es un cacao reconocido por su fineza de calidad, por su agradable sabor y aroma, ideal para la elaboración de chocolatería fina. Sus frutos o mazorcas se caracterizan por lo siguiente:

- Superficie rugosa, surcos pronunciados y de forma alargada y puntiaguda.
- Predominan los colores verdes y rojos antes de la madurez.
- Los cotiledones de la semilla son de color blanco a cremoso.
- Su sabor no es astringente (sensación que combina la amargura y la sequedad) debido al bajo
- contenido de taninos. El tanino aporta un sabor seco, áspero, rugoso, astringente que se siente en medio de la lengua y la parte delantera de la boca.
- El mucílago es de sabor dulce y tiene bastante aroma después del fermentado.

Cacao del tipo forastero: A este tipo de cacao se le atribuye menor calidad, así como a los chocolates elaborados con sus granos. Sus frutos se caracterizan por presentar las siguientes características:

- Superficie lisa, de forma ovalada, calabacillo o amelonada y surcos apenas visibles. De color verde pálido a blanquecino antes de la madurez.
- Los cotiledones de la semilla son de color morado o violeta oscuro. De sabor astringente o amargo por el elevado contenido de taninos:
- El mucílago es de sabor ácido y es difícil que tenga aroma después de fermentado

Cacao de tipo trinitario: El cacao del tipo trinitario está compuesto por una población heterogénea de diversas cruas entre cacaos criollos y forasteros. Los frutos de árboles provenientes de estas cruas dieron origen a un tipo de cacao con características

intermedias entre criollo y forastero. El cacao trinitario heredó el delicado sabor del cacao criollo y la robustez del cacao forastero

3.5. Manejo del sistema agroforestal

En el manual "Produccion de cacao en sistemas agroforestales" en el marco de la Carta de Entendimiento y de Cooperación Interinstitucional entre la FHIA y la Sociedad de Cooperación para el Desarrollo Internacional -SOCODEVI- como parte de la ejecución del Proyecto CAHOVA FHIA (2018), expresa que, para mejorar el sistema se realizan una serie de prácticas como ser:

a) El control de malezas: Como práctica convecional se recomienda realizar en los primeros tres años de tres a cuatro chapias con machete, combinadas con tres limpias en contorno del plátano, cacao y maderable/frutales. Para que el suelo esté protegido de escorrentía o erosión (en pendientes) se recomienda hacer la limpieza de las plantas en forma de carril contrario al declive. Al cuarto año se comienza a reducir la aparición de malezas, por la intercepción de los rayos solares, así como por la adición continua de la hojarasca que se deposita en la superficie del suelo.

b) Las podas: En el cacao la poda se realiza para mantener un árbol sano y productivo, durante los primeros tres años se hace para eliminar chupones y ramas prolongadas; en su etapa adulta se hacen para mantener la forma natural del árbol, un solo tronco, una sola horqueta y lo más importante para mantener un buen estado de la planta sin ramas y frutos enfermos de parásitos. La enfermedad que más ataca al cacao es la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), es por eso que para evitar esta enfermedad se realizan las podas continuamente para que la copa se mantenga abierta y así se le permite mayor entrada de luz solar y de aireación.

En maderables, las podas se realizan para obtener madera de calidad, se cortan las ramas de la parte media del árbol y en los primeros años esta práctica se realiza para evitar la competencia con el cacao.

c) Plagas y Enfermedades: Las plagas más importantes que atacan al cultivo del cacao son:

Mal del machete: Esta enfermedad, conocida también como muerte o marchitez súbita, afecta a árboles de cualquier edad, provocándoles inicialmente marchitez y eventualmente rápida muerte. Las pérdidas debidas a la muerte de plantas pueden ser muy altas especialmente cuando el material sembrado es genéticamente muy homogéneo y susceptible. La presencia de la enfermedad en Honduras está confirmada pero no ha sido ni es actualmente una limitante de la producción de cacao, aunque sí ocurren casos aislados en algunas fincas de pérdida de árboles atribuidas al mal de machete.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta* (anteriormente fimbriata). Está presente en los países cacaoteros de América del Sur y América Central, así como del Caribe. Cuando la plantación está integrada por una mezcla de materiales híbridos que presentan genes con diferentes grados de resistencia, los ataques se producen en forma aislada y esporádica. El ataque del hongo *Ceratocystis cacaofunesta*, comúnmente está asociado con pequeños insectos coleópteros denominados pasadores, barrenadores y taladradores, del género *Xyleborus*. A esta asociación hongo-insecto se le conoce como complejo *Xyleborus-Ceratocystis* (FHIA, 2017)

Control cultural de mal del machete: Se implementa aplicando una serie de medidas destinadas a prevenir la producción de inóculo y su diseminación hacia plantas sanas, en particular cuando ya hay un historial de ocurrencia del problema. Para el manejo de la enfermedad se debe hacer una rápida eliminación de árboles enfermos, la totalidad del tejido de dichos árboles (tronco, ramas y raíces incluidas) deberá ser sacado de la plantación e idealmente ser quemado. En el hoyo donde estaba el árbol eliminado se espolvorea cal para matar el hongo.

También se debe hacer una buena desinfección de herramientas, debido a que el mal de machete se disemina fácilmente por medio de herramientas contaminadas durante la poda y la recolección de frutos, de manera que cuando se realizan estas operaciones en zonas donde existe la enfermedad, todas las herramientas deben desinfectarse al pasar de un

árbol a otro, con una solución de formalina al 10 %, aunque también se puede usar cloro doméstico diluido al 1%.

Otro aspecto importante es evitar daño físico. Como medida preventiva es muy importante minimizar las heridas provocadas en los árboles durante las labores de limpieza, cosecha y remoción de chupones. La aplicación en dichas heridas de fungicidas de contacto a base de cobre u otro producto de actividad similar es una medida apropiada para impedir la ocurrencia de infecciones a partir de dichas heridas.

Moniliasis del cacao: Es una enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, que tras el paso del Huracán Mitch apareció en fincas cacaoteras del país. En los años siguientes por causa de la enfermedad, los rendimientos cayeron catastróficamente y muchos productores abandonaron las plantaciones y otros las eliminaron para dedicar el terreno a otros cultivos. Una de las características del hongo es su largo período de incubación (tiempo que tarda desde que infecta el fruto hasta que se observa algún síntoma externo en el fruto). Este tiempo puede ser de 3 a 8 semanas, según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones de clima, principalmente.(FHIA, 2017)

El daño interno causado por la moniliasis es aún más grave que el daño externo, pues se pierden casi todas las almendras, sin importar la edad del fruto. En los frutos jóvenes no hay formación de semillas, más bien se genera una masa fibrosa más parecida a la gelatina que a las semillas en proceso de desarrollo normal. En frutos afectados, después de 2 a 3 meses de edad, sí se forman las semillas pero luego se pudren al ser alcanzadas por el hongo.

El control de la moniliasis del cacao es relativamente fácil, pues se sabe que le benefician las condiciones húmedas de las plantaciones, la oscuridad del cacaotal, el excesivo entrecruzamiento de las ramas dentro del mismo árbol, entre árboles vecinos y entre árboles de cacao y los árboles de sombra. De aquí se deduce que el control debe ser preventivo y para esto es necesario atender la plantación eficientemente realizando las siguientes prácticas de manejo oportunas:

Poda: esta es la práctica “maestra” en el control de la moniliasis. Al llegar y establecerse la moniliasis dentro de la plantación, es indispensable de inmediato podar los árboles de cacao y los de sombra.

Regulación del sombrío permanente: esta práctica se debe realizar para que haya una mejor entrada de luz a la plantación y una buena circulación del aire, favoreciendo un rápido escape del vapor de agua que favorece la germinación de conidios cuando están en contacto con la superficie del fruto.

Mazorca negra en cacao: Esta enfermedad es causada por microorganismos del complejo *Phytophthora* siendo el *Phytophthora palmivora* el más común en Centro América. Este puede atacar todos los tejidos de las plantas como cojinetes florales, chupones o brotes tiernos y plántulas en viveros, causando una mancha color café tabaco a nivel de las hojas nuevas; también es responsable del cáncer del tronco y raíces, pero el principal daño lo ocasiona en los frutos (FHIA, 2017)

Densidades de las especies acompañantes:

Siembra o trasplante

Cacao: Una vez adecuadas las condiciones de sombrío se procede al trasplante del cacao. La época más recomendable para el trasplante del cacao es cuando las lluvias están bien establecidas comenzando el invierno. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.0 m x 3.0 m el diseño al tresbolillo es el más usado, las especies acompañantes se siembran 6 a 7 meses antes de sembrar las plantas de cacao, para que cuando se siembre el cacao se disponga ya de la sombra que necesita en sus primeras etapas de crecimiento se siembran las especies de sombra

Plátano cuerno: Se siembran a la misma distancia adoptada para cacao al tresbolillo n huecos hechos con pala con 40 cm de profundidad y 30 cm de diámetro y se rellena el fondo del agujero con una mezcla de tierra y abono orgánico, de manera que la parte superior de la semilla quede a nivel de la superficie del suelo. Se obtiene una densidad de

1,111 plantas al cuadro en terreno plano y aproximadamente 1,275 plantas/ha al tresbolillo en terreno con pendiente.

Madreado: Los estacones de madreado se siembran a finales de febrero-hasta abril o mayo 7 a 8 meses antes del trasplante del cacao), a una distancia de 6.0 m x 6.0 m x 6.0 m, para una población de 320 estacones/ha al tresbolillo y al cuadro una población de 278 estacones.

Especie maderable. Sí se usa Caoba, se trasplanta a una distancia de 9.0 m x 9.0 m x 9.0 m al mismo tiempo que los brotones de madreado, unas 142 plantas/ha en terreno plano al tresbolillo y 123 plantas/ha al cuadro. Si se usa Granadillo rojo, se trasplanta a una distancia de 12.0 m x 12.0 m con 70 plantas/ha en cuadro u 80 plantas/ha al tresbolillo. En pendientes superiores al 30 % se establece a 14.0 m x 14.0 m. Con cada especie que se decida utilizar, la densidad irá variando.

3.6. Generación de ingresos en el cultivo de cacao bajo sistema agroforestal

Los centros de acopio y beneficiado compran grano fresco de cacao. Este grano se conoce como cacao en baba, puesto que el grano en la mazorca madura está rodeado de mucilago blanco y húmedo. Es necesario evaluar la calidad de este grano, ya que conlleva a obtener un grano seco de calidad.

El grano debe ser fresco, extraído el mismo día de la entrega. Debe provenir de mazorcas maduras, sanas y sin daños. Esto solo se puede evaluar en área de partido de la mazorca, el cual generalmente es en la parcela. El grano en baba debe ser blanco, húmedo y brillante. El cacao amarillento es indicativo de tener mucho tiempo de extraído. Si la baba está seca o poco jugosa y opaca es indicativo de provenir de mazorca inmadura, sobre madura o enferma. No debe haber granos negros, café o donde trasluce el color café del grano (Aguilar 2016)

Venta del cacao. Últimamente las diferentes empresas compradoras y procesadoras han fijado precios atractivos para los productores hondureños, tanto para la compra de cacao en baba (L.8.00-9.00/lb) en fruto (L.3.00-4.00 c/fruto) y para el cacao fermentado seco, que se comercializa en dos calidades: A y B. Para calidad A el precio oscila entre L.35.00-40.00 la libra y para calidad B entre L. 20.00-25.00 la libra. La empresa suiza Chocolats Halba, paga actualmente L.42.80/lb para cacao orgánico calidad A y L.21.60/lb para orgánico Calidad B. En Honduras también compran cacao las empresas Xoco de Honduras, Oro Maya, Mariebelle y otras que compran la materia prima a través de negociaciones directas con las organizaciones de productores (Aroldo Dubón, Rolando Martínez, Alfredo Martínez, Erick Durán, Oscar Ramírez 2018)

Uso de Madreado (Nombre científico). Se pueden obtener 1,111 prendones de madreado por año (L.6,666.00) y durante los 7 años se pueden obtener ingresos por L. 46,662.00, considerando un precio de L.6.00/prendón.

a) Caoba: El precio de la madera de esta especie es estable con tendencia a un incremento continuo. Al principio de 1997, la madera aserrada de caoba alcanzaba el precio de L. 11.50/pt en la finca o el patio de secado, L. 13.50 a 15.00/pt en el centro de acopio y US\$ 5.00 a 7.00/pt en el mercado internacional (precio FOB). Actualmente el precio por pie tablar de madera de caoba se cotiza localmente entre L50.00-55.00 el pt. El precio establecido por la FHIA para un pie tablar de caoba es de L. 70.00 para madera en bloque y de L. 80.00 para madera en tabla. San Juan Areno: En la finca, se pueden obtener 354 pt/planta. Considerando que en la plantación se tienen 45 plantas/ha, se obtienen 15,930 pt/ha. A un precio de L.30.00/pt se espera obtener L. 477,900.00 por su comercialización.

b) Granadillo rojo. La madera de granadillo rojo en plantaciones puede obtener entre L.32.00 a L.50.00/pt en la finca, dependiendo del comprador y el mercado de destino. Para referencia de precios, la FHIA vende a L.50.00 madera en bloque y a L.55.00 madera en tabla.(Aroldo Dubón, Rolando Martínez, Alfredo Martínez, Erick Durán, Oscar Ramírez 2018)

3.7 Beneficios de los sistemas agroforestales para la seguridad alimentaria

Según Arévalo (2012), los SAF proporcionan una diversidad de beneficios , económicos, sociales, culturales y ambientales como los siguientes: asegura y aumenta los productos alimenticios para las personas debido a la diversidad que presentan al producirlos, proveen productos medicinales, ya que en los diferentes sistemas se pueden cultivar hierbas, aumenta los ingresos económicos, ya que los agricultores pueden ofrecer al mercado variedad de cultivos, garantiza el abastecimiento de energía, por las altas ingestas calóricas que presentan los cultivos y colabora al mejoramiento de las relaciones de igualdad, en especial con la ejecución de sistemas agroforestales simultáneos como los huertos domésticos.

De acuerdo con Mamani (2009), los beneficios que se pueden señalar son: mejoramiento de la fertilidad del suelo y reducción de la erosión mediante la incorporación de materia orgánica, fijación de nitrógeno y reciclado de nutrientes, conservación del agua (cantidad y calidad) a través de una mayor infiltración y reducción de su escurrimiento superficial, minimizando la contaminación y sedimentación de los cursos de agua, y mejorando la protección de las riberas, captura de carbono, a través de la introducción de árboles y arbustos en el predio y conservación de la diversidad biológica en los paisajes.

Uno de los principales beneficios de los sistemas agroforestales es el mejor aprovechamiento y protección del suelo. Los sistemas agroforestales con cacao demuestran ser prácticas adecuadas, ya que es relevante, eficiente y tiene un impacto social, económico y ambiental Entre las ventajas se destacan:

Ventajas sociales: Seguridad alimentaria para las familias, mayor diversidad de alimentos, incluyendo productos del bosque que pueden ayudar a mejorar la dieta familiar, creando una mayor estabilidad y la producción de madera reduciendo la necesidad de extraer del bosque.

Ventajas económicas: Una producción continua y cosecha permanente, obteniendo ingresos por la venta de esos productos de manera escalonada. Productos alimenticios para humanos y animales como frutas, granos como maíz, frijol y gandul, además de forraje, flores, yuca, plátano, hortalizas, aceites comestibles, miel, entre otras, esto estará en dependencia de la combinación de plantas (Mendoza, 2009)

El análisis de la producción de cacao en sistemas agroforestales no solamente representa oportunidades para identificar las variables críticas relacionadas con la eficiencia del sector sino también la mejora de ingresos y la consecuente calidad de vida de las familias productoras. Los aspectos sociales deben considerar la determinación del empleo familiar en los SAF con cacao, los cultivos anuales y el criterio de selección de cada uno en función de sus necesidades de acuerdo a la canasta básica, aportes del SAF al abastecimiento energético familiar y determinación de especies frutales y forestales en cantidad y variedad de acuerdo a sus hábitos de consumo (Hurtado, 2019)

Relacionado con la Seguridad Alimentaria de las familias que tienen sus cultivos bajo sistemas agroforestales, es claro que los miembros de la familia tienen una mayor diversidad de alimentos, incluyendo productos del bosque que pueden ayudar a mejorar la dieta familiar, creando una mayor estabilidad y la producción de madera reduciendo la necesidad de extraer del bosque. Además, se obtiene una producción continua y cosecha permanente, obteniendo productos alimenticios como frutas, plátanos, leguminosas, otros y medicinales e ingresos por la venta de excedentes de esos productos de manera escalonada que contribuyen para la compra de todo lo que no se produce en la finca. (FAO, 2014).

Como característica de los sistemas agroforestales, se da la combinación de varios cultivos como cacao diversificado, maderables, plátano, yuca, guanábana, limones, cítricos, de esta manera, se mejora la sostenibilidad y se puede decir que los SAF son una excelente alternativa porque contribuyen a proteger el medio ambiente, generan otros negocios como el agroturismo y fortalecen la seguridad alimentaria, proveen leña, madera, medicinales, otros. También es una solución porque hay nichos de mercado que valoran la producción limpia, el producto tiene precio justo (Begiristain, 2018)

IV MATERIALES Y MÉTODO

Esta fue una investigación de tipo descriptiva, en la cual se caracterizó el aporte del cacao y de los sistemas diversificados a la seguridad alimentaria de las familias de comunidades de la microcuenca del río Talgua. Se utilizó un enfoque mixto (cualitativo/cuantitativo), obteniendo información a través de encuestas y recolectando datos en las plantaciones que servirán para análisis estadísticos de lo producido en los sistemas agroforestales con cacao y los ingresos de la familia.

4.1. Descripción del área

La subcuenca del río Talgua forma parte de la cuenca del río Patuca en Honduras, el cual drena en el Mar Caribe (Figura 1). Se ubica geográficamente en el municipio de Catacamas, entre los 14°58' 14.53" Latitud Norte y 85° 49' 85.57" Longitud Oeste; y abarca una superficie de 79.16 km² (Reyes, 2017).

Esta cuenca hidrográfica reviste importancia municipal por su potencial hídrico de uso doméstico y agrícola y por suministrar el agua a 16 aldeas, seis de ellas ubicadas dentro de esta unidad territorial (Castañeda & Villatoro, 2006).

4.1.1 Ubicación de los sistemas agroforestales bajo estudio

El trabajo se realizó en la subcuenca del Río Talgua ubicada en el municipio de Catacamas Olancho, en la comunidad de Flor del Café.

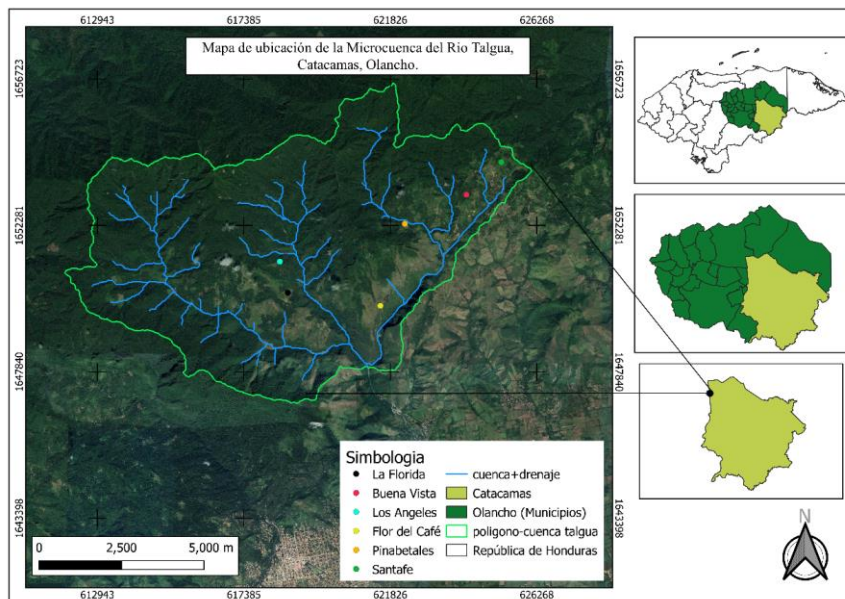


Figura 1 Ubicación del área de estudio, Microcuenca del Río Talgua

4.2 Metodología

La metodología para la realización de esta investigación se desarrolló de acuerdo a las siguientes cinco fases:

4.2.1 Socialización del trabajo de investigación y documentación de productores

En esta primera fase se llevó a cabo la socialización del trabajo a realizar con los productores de cacao de la comunidad de Flor del Café de la Microcuenca del Río Talgua, la cual se realizó mediante visitas domiciliarias, en las cuales se aprovechó para la aplicación de una encuesta que sirvió para documentar la situación socioeconómica de las familias.

En esta misma primera fase se hicieron visitas de campo, con el acompañamiento de los productores, para documentar las generalidades de los sistemas agroforestales con cacao.

4.2.2 Caracterización edafoclimática de los sistemas agroforestales bajo estudio

En la segunda fase se hizo la caracterización de la zona en la que se encuentran establecidos los sistemas agroforestales con cacao. Contando con el acompañamiento y colaboración directa de los productores y sus familias. Se documentaron los siguientes aspectos:

a) Caracterización de la fertilidad del suelo

Para conocer los niveles de fertilidad de suelo, se realizaron tomas de muestras a una profundidad de sus raíces de 0-20 cm y 20-40 cm luego, se trasladaron al laboratorio de suelos de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) para el análisis e interpretación correspondientes.

b) Caracterización de la salinidad del suelo

Para conocer la conductividad eléctrica del suelo se tomaron muestras de suelo de cada uno de los sistemas agroforestales con cacao y se enviaron al laboratorio de suelos de la FHIA, se utilizó el método de conductividad eléctrica en extracto 1:2, es decir, que por cada unidad de suelo se agregan dos de agua. Este método se caracteriza por ser práctico y sencillo.

Los enfoques más comunes para identificar y clasificar los suelos afectados por sal, se basan en la información rigurosa de clases con fronteras nítidas, elaborado ya sea por las propiedades del suelo, tales como el grado de acidez o alcalinidad del suelo (pH), la conductividad eléctrica (CE), el porcentaje intercambiable de sodio (PSI) y la relación de adsorción de sodio (RAS), o de las relaciones de aniones y cationes presentes en el extracto de saturación del suelo (Metternicht y Zinck, 2003).

c) Determinación de la materia orgánica del suelo

Se determinó mediante el método de Tyurin modificación del método de Walkley and Black, el cual consiste en un método volumétrico de oxido reducción por retroceso, con el que se oxida la materia orgánica del suelo con un oxidante en exceso (ácido sulfúrico concentrado) y posteriormente se valora o titula la cantidad de ácido sulfúrico con sulfato de amonio ferroso.

d) Caracterización de la profundidad efectiva del suelo

La profundidad efectiva se determinó directamente en campo, a través de la observación y descripción de los agujeros y luego medir la profundidad efectiva con una cinta métrica

e) Caracterización de la cobertura y uso del suelo

La cobertura y uso de suelo se determinó mediante el software Qgis utilizando imágenes satelitales, modelo digital de elevaciones, herramienta, R. report, área de la finca. luego se sacó el porcentaje multiplicando la clase a la que pertenece sea pastizales cultivo o bosque por 100 entre el área total

f) Determinación de variables climáticas

Para de determinar la temperatura se hizo uso del termómetro (el termómetro de la máxima y el de la mínima), durante el período que duró el estudio. Para medir la temperatura los termómetros estuvieron en lugar ventilado, protegidos de la precipitación y de la luz solar directa. La evaporación se midió mediante un psicómetro y para medir la precipitación se utilizó el pluviómetro.

4.2.3 Evaluación de las prácticas de manejo del sistema Agroforestal

En esta tercera fase se documentaron todas las prácticas que realiza el productor para valorar la manera en que está manejando su sistema agroforestal con cacao y poder brindar retroalimentación al final del estudio.

a) Identificación del diseño de las parcelas

Para la identificación del diseño utilizado en la siembra del sistema agroforestal con cacao en las parcelas se realizaron visitas a las fincas de manera individual en compañía de los productores. Una vez en cada finca, se hizo un reconocimiento general de la plantación, se documentó la forma de siembra y la distancia entre plantas de cacao.

b) Identificación del tipo de fertilización y regulación de sombra

La identificación del tipo de fertilización y control de maleza que se utiliza se hizo por medio de consultas con los productores para recolectar la información; si es de tipo orgánico o químico cada cuanto lo hacen, que tipo de control de maleza hacen y como lo hacen, cada cuanto lo hacen, que tipos de herramientas o si utilizan herbicidas químicos.

Se determinó la cobertura arbórea y la regulación de sombra por medio de la herramienta HabitApp que permite tomar fotografías y calcular el porcentaje del valor de sombra. Con las visitas se identificó en cada parcela el tipo de sombra que usan los productores, tipo de sombra provisional intermedia o permanente, y se identificó si la hacen con musáceas, frutales, maderables, otros

c) Documentación de la cosecha y comercialización del cacao

Con la participación del productor se calculó el cacao que se produce, los ingresos por venta de lo producido, se cuantificaron los ingresos de acuerdo a lo que se vende y lo que se consume. Se evaluó la calidad del cacao producido considerando la forma y color de la almendra, aroma, la humedad de la almendra y la calidad del grano en baba.

Para determinar la calidad de la almendra del cacao se consideró que la almendra en baba tiene que presentar un color blanco, húmedo y brillante. Si el grano presenta un color amarillento es indicativo de tener mucho tiempo de extraído. Si la baba está seca o poco jugosa y opaca es indicativo de provenir de mazorca inmadura, sobre madura o enferma. No debe haber granos negros, café o donde trasluce el color café del grano

d) Muestreo de la mazorca negra en el sistema agroforestal con cacao

Se realizaron visitas a las parcelas de cacao para identificar los síntomas o signos de la enfermedad, tanto en fruto como en la planta. en el fruto se presentó en forma circular de color café oscuro, se identificó cuando el ataque ocurre en mazorcas próximas a madurar para cosecharse por separado de la sanas y no afectar la calidad del grano. Y en el árbol observando las lesiones en el tronco y a nivel de las hojas.

4.2.4 Actividades prácticas de campo

Esta cuarta fase se destinó a la verificación *in situ* de prácticas de manejo y aspectos clave para el buen desarrollo del cacao y del mismo sistema agroforestal. Además, se valoró el aporte del sistema agroforestal con cacao a la seguridad alimentaria de las familias.

- a) Se realizó la capacidad de almacenamiento de carbono en el sistema agroforestal. Se obtuvo mediante consultas directas con el productor calculando su capacidad de fijación de carbono. Para recolectar la muestra se hizo una sub parcela de 1 metro cuadrado tomando la hojarasca y pesándola en húmedo respectivamente se procedió hacer el peso en seco por último, el análisis e interpretación de datos que permitió estimar el almacenamiento de carbono tanto en la biomasa arriba del suelo
- b) Se calculó el porcentaje de sombra existente en el sistema agroforestal y sus implicaciones para el rendimiento del cacao y especies acompañantes.
- c) Con el apoyo de las familias productoras, se hizo una valoración del rendimiento de cacao y sus especies acompañantes. Posteriormente, se proyectó un rendimiento estimado a corto y mediano plazo.
- d) Con el propósito de tener una idea de la calidad del cacao producido en estos sistemas agroforestales, se verificaron parámetros de calidad del cacao (almendra) producido. Esto se hizo a nivel de campo con el productor y considerando también la opinión del comprador.

- e) Finalmente, considerando los rendimientos del cacao, de las especies acompañantes y el precio de estos en el mercado, se determinaron ingresos totales y se hizo una comparación con el sistema de monocultivo.
- f) Con toda la información anterior, se estimó el aporte de estos sistemas agroforestales con cacao a la seguridad alimentaria de las familias productoras en la zona. Esto incluyó un estimado del aporte del sistema agroforestal con cacao en alimento directo, tanto del cacao como de las especies acompañantes, para las familias y el aporte de las utilidades de la venta de las mismas.
- g) Se realizó la capacidad de almacenamiento de carbono en el sistema agroforestal. Se obtuvo mediante consultas directas con el productor calculando su capacidad de fijación de carbono. Para recolectar la muestra se hizo una sub parcela de 1 metro cuadrado tomando la hojarasca y pesándola en húmedo respectivamente se procedió a hacer el peso en seco por último, el análisis e interpretación de datos que permitió estimar el almacenamiento de carbono tanto en la biomasa arriba del suelo
- h) Se calculó el porcentaje de sombra existente en el sistema agroforestal y sus implicaciones para el rendimiento del cacao y especies acompañantes.
- i) Con el apoyo de las familias productoras, se hizo una valoración del rendimiento de cacao y sus especies acompañantes. Posteriormente, se proyectó un rendimiento estimado a corto y mediano plazo.
- j) Con el propósito de tener una idea de la calidad del cacao producido en estos sistemas agroforestales, se verificaron parámetros de calidad del cacao (almendra) producido. Esto se hizo a nivel de campo con el productor y considerando también la opinión del comprador.
- k) Finalmente, considerando los rendimientos del cacao, de las especies acompañantes y el precio de estos en el mercado, se determinaron ingresos totales y se hizo una comparación con el sistema de monocultivo.
- l) Con toda la información anterior, se estimó el aporte de estos sistemas agroforestales con cacao a la seguridad alimentaria de las familias productoras en la zona. Esto incluyó un estimado del aporte del sistema agroforestal con cacao en alimento directo, tanto del cacao como de las especies acompañantes, para las familias y el aporte de las utilidades de la venta de las mismas.

4.2.5 Capacidad de almacenamiento de carbono

El trabajo se realizó en tres etapas: la primera, toma de datos y muestreo de hojarasca; la segunda, que consistió en el secado de las muestras, y, por último, el análisis e interpretación de datos que permitió estimar el almacenamiento de carbono tanto en la biomasa arriba del suelo como en la hojarasca. Se estableció una parcela temporal de muestreo en cada lote de 20x 20 lo que equivale a 400 metros . Luego se midió la circunferencia del tronco de todos los árboles de cacao a 30 cm de altura.

Para la estimación de la materia seca en hojarasca (necro masa) se realizó obteniendo muestras usando un marco de 0.5×0.5 m, estableciendo cuatro subparcelas dentro de la parcela de muestreo y recogiendo todo el mantillo presente en cada marco. Posteriormente se pesó en fresco luego por una semana se puso a secar la muestra para el contenido en seco. Y se utilizó esta ecuación $B=10(-1.625*2.63*\log(d30))$ donde B: biomasa arriba del suelo (kg árbol-1) d30: (diámetro del tronco a 30 cm de altura)

Luego Con el valor de contenido de humedad se procedió a calcular la proporción del peso húmedo que corresponde a materia seca, haciendo uso de esta ecuación $CH= (Phs-Pss/Phs)$. Donde: CH: contenido de humedad Phs: peso húmedo submuestra (g) Pss: peso seco submuestra (g)

La biomasa aérea y la materia seca de la hojarasca se multiplicó por 0.5, fracción de carbono recomendada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático para estimar el almacenamiento de carbono. La tasa de fijación de carbono se estimó como el cociente entre el almacenamiento de carbono en biomasa arriba del suelo y la edad de cada sistema. Utilizando la ecuación. $MS=Pht-(Pht*CH)$. Donde: MS: materia seca (g) Pht: peso húmedo total (g) CH: contenido de humedad (fracción)

4.2.6 Aspectos a mejorar en los sistemas de producción

De acuerdo con los resultados obtenidos, se proporcionó a los productores una propuesta técnica para mejorar las prácticas de manejo de su sistema agroforestal, enfatizando su

Comentado [MT1]: Cambie eso en CONTENIDO y en su Metodología

importancia en el incremento de sus rendimientos totales y económicos, y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de sus familias.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalizada la fase experimental de campo y una vez obtenidos los datos y la información brindada por los productores, se procedió a realizar su análisis e interpretación. La discusión de estos resultados se presenta a continuación, recordando que el objetivo principal fue analizar el aporte de sistemas agroforestales con cacao en la seguridad alimentaria de familias de la microcuenca del Río Talgua

5.1 Condiciones generales de las fincas

En las visitas realizadas a las fincas se constató que los productores utilizan el diseño de siembra en tresbolillo en sus plantaciones, según ellos esto se debe a que son terrenos en pendiente y este diseño permite más plantas/ha. Por otra parte, ellos hacen uso de abono orgánico (*bocashi*) para nutrir las plantas y lo hacen una única vez al año. Los 11 productores que aún no producen en sus parcelas hacen uso de fertilizante sintético hasta la edad de tres años de la planta, una vez que el cacao comienza a producir es prohibido hacer uso de fertilizantes sintéticos. Para el control de maleza solo se usa la chapia con machete o Shindaiwa, en ningún caso ellos hacen uso de herbicidas. El 34% de los productores hacen dos controles de maleza al año y un 66% lo hace tres veces al año. La pendiente promedio del terreno en la zona es de 20 a 60 %

Cuadro 1. Condiciones generales de las fincas de los productores de cacao

	Productores	Área (ha)	Altura sobre nivel del mar (msnm)	Material genético	Total de plantas	Especies acompañantes
1	Abelino Ramírez	0.48	680	Híbrido Trinitario	400	Aguacate, Pimienta
2	Abilio But	1.28	950 m	Híbrido Trinitario	1200	Musáceas, guamo, maderables, cítricos
3	Gregorio Ordoñez	0.72	948	Híbrido Trinitario	700	Plátano, café, cítrico, guamos

4	Luis Víctor Molina	2.99	761	Hibrido Trinitario	1800	Aguacate, guayaba, guamo, maderable, cítrico
5	Oscar But	0.51	749	Hibrido Trinitario	550	Café, cítrico, musáceas
6	Oscar Baca	1.71	795	Hibrido Trinitario	1200	Musáceas, guayaba, cítricos
7	Orlando Ordoñez	0.72	931	Hibrido trinitario	700	Plátano, café, cítrico, guamos
8	José Adrián Hernandez	0.33	980	Injerto ICS-95	350	Aguacate, guamo maderable
9	Yuni But	0.69	1050	Injerto ICS-95	650	Musáceas, frutales, maderables
10	Maximina Ramírez	0.58	780	Injerto ICS-95	350	Musáceas, guamo, frutales, maderables
11	Marvin But	0.61	1026	Injerto ICS-95	700	Musáceas, frutales, maderable
12	María But	0.3	918	Injerto ICS-95	300	Musáceas, maderable, mango
13	Carlos Rodríguez	0.72	1007	Injerto ICS-95	650	Mango, guayabas maderables
14	Melvin Rodríguez	0.63	1006	Injerto ICS-95	600	Maderable, frutales, aguacate, cítrico
15	Oscar Vásquez	0.24	648	Injerto ICS-95	210	Musáceas
16	Luis Alonso Ortega	0.29	748	Injerto ICS-95	250	Café, musáceas, guamo
17	Félix But	0.58	925	Injerto ICS-95	650	Musáceas, maderable
18	Pablo But	0.14	930	Injerto ICS-95	200	Aguacate, musáceas

En el cuadro anterior se observa que en general los productores tienen una densidad de siembra media, a excepción de los señores Oscar But, José Hernández y Marvin But, quienes tienen una densidad de plantación muy elevada. Según Arévalo (2008), para tener buena producción de cacao de calidad en terreno con pendiente y en un diseño al tresbolillo la densidad de las plantas debe ser de 722 plantas/ha y en terreno plano 942 plantas/ha. Este es un factor que deberá ser corregido en futuras plantaciones en la zona.

Siete productores tienen plantaciones de material genético híbrido trinitario que ya están en producción con una edad de 12 años, los 11 productores que tienen material genético injerto ICS-95 aún no producen debido a que el cultivo es reciente, con una edad de 3 años. Según los productores, el cambio hacia la utilización del injerto se debe a que es más tolerante a plagas insectiles y enfermedades, de crecimiento orto trópico y produce

en menos tiempo. De acuerdo con Fuentes (2015), este material genético se adapta muy bien entre los 400 a 1.200 msnm, considerando que unas parcelas en la zona se encuentran arriba de los 1000 msnm, es una buena alternativa

Con relación a otras especies incluidas en los sistemas agroforestales se encontraron especies de alto valor nutricional y comercial como ser plátano (*Musa x paradisiaca*), naranjas (*Citrus × sinensis*), aguacates (*Persea americana*) , guayabas (*Psidium guajava* L), pimienta (*Piper nigrum*), guamo (*Inga edulis*) laurel (*Cordia alliodora*), caoba (*Swietenia macrophylla*).

Es importante enfatizar que se documentó que las fincas de los productores presentan una cobertura de bosque con porcentaje entre el 94.35% - 97.60% y en promedio la cobertura vegetal es de 96.26%. De acuerdo con estándares internacionales e investigaciones reconocidas, este factor es negativo para un crecimiento y producción adecuados del cacao, como se explica más adelante.

5.2 Caracterización edafoclimática de los sistemas agroforestales bajo estudio

5.2.1 pH del suelo

De acuerdo con los análisis realizados en el laboratorio de suelos de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA 2023), el valor de pH de los suelos de la zona donde están ubicadas las parcelas se presenta entre 5.19 - 6.45, siendo el promedio de pH 5.77, lo cual se encuentra entre el rango establecido (5,5 y 7) para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)

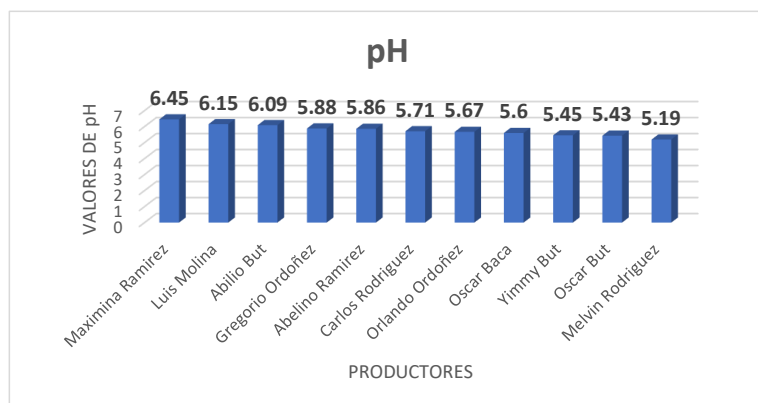


Figura 2. Valores de pH de suelo de las fincas de los productores de cacao

La figura anterior brinda una representación de los suelos de 11 productores de cacao de la zona y se observa que los valores de pH encontrados en las 11 fincas son bastante similares, esto probablemente se deba a que son plantaciones que están muy cerca una de la otra y presentan suelos de origen mineral. De acuerdo con FAO (*s.f.*), los suelos de origen mineral provienen de una roca madre denominada material de partida, se forman con el tiempo al quebrarse el material de partida por diversos procesos físicos, químicos y biológicos ocasionados por el clima, el drenaje, la lixiviación, la erosión, la vegetación y los organismos vivos. Esto se denomina meteorización.

5.2.2 Conductividad eléctrica (CE)

USDA (2011) indica que la conductividad eléctrica mide la habilidad de la solución del suelo para transportar la corriente eléctrica. Los cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , Na^{+} y NH_4^{+}) y aniones (SO_4^{-2} , Cl^{-2} y HCO_3^{-}), que resultaron de las sales disueltas en el agua del suelo, son las que transportan las cargas eléctricas y conducen la corriente eléctrica. En consecuencia, la concentración de los iones mencionados determina la C.E. del suelo, lo cual, en la agricultura, se le utiliza como la medida de salinidad del suelo. La presencia de estas sales puede interferir en la capacidad de intercambio de iones, resultando en una deficiencia nutricional para el crecimiento de las plantas; por ello, lo mejor es tener un suelo con baja cantidad de sales.

Cabe resaltar que la (C.E) se presenta en la unidad dS/m. La C.E. de los puntos muestreados varía entre 0.1 a 0.53 dS/m, valores que son calificados como suelos no salinos, sino como suelos sódicos.

Cuadro 2. Valores de conductividad eléctrica de las fincas

No. Lab.	Identificación	C.E dS/m	RAS	PSI%	Clasificación	TSD
128	Abilio But	0.53	0.17	6.10	Normal	341.54
129	Oscar But	0.17	0.43	23.10	Sódico	114.00
130	Luis Molina	0.22	0.25	15.54	Sódico	145.04
131	Abelino Ramírez	0.1	0.46	33.21	Sódico	68.00
132	Oscar Baca	0.15	0.67	41.46	Sódico	98.72
133	Gregorio Ordoñez	0.207	0.48	27.78	Sódico	132.72
134	Orlando Ordoñez	0.204	0.46	26.73	Sódico	131.16

De acuerdo con los valores encontrados, se consideran suelos sódicos, a excepción de la finca de Abilio But, cuyo suelo presentó una clasificación normal. Son suelos con bajo contenido de sales, que contienen una cantidad de sodio intercambiable suficiente como para afectar adversamente la estructura de los suelos y el crecimiento de las plantas (Porta Casanellas, *et al.* 1999).

5.2.3 Materia orgánica y nitrógeno total

El contenido promedio de materia orgánica en los suelos de los productores bajo estudio fue de 2.97 %, con un contenido promedio de Nitrógeno de 0.15 %, ambos considerados contenidos bajos de acuerdo con FHIA (2015). El cacao requiere suelos ricos en materia orgánica, profundos, de la serie de los francos (francos limosos, franco arcillo limoso, franco arenoso fino, etc.) con buen drenaje y topografía regular o de pendiente moderada. Idealmente un buen suelo debe contener un 45 % de material mineral, 5 % de materia orgánica y un 50 % de poros, que deben estar ocupados por un 25 % de agua y un 25 % de O₂ y CO₂.



Figura 3. Contenido de materia orgánica de los suelos de las fincas de los productores.

Considerando los resultados encontrados, es claro que se deben implementar prácticas de manejo de suelo para enriquecer su contenido de materia orgánica, debido a que el contenido de nitrógeno en el suelo está en relación al porcentaje de materia orgánica. La materia orgánica en el cultivo de cacao regulariza los niveles de disponibilidad de nutrientes, mejora la infiltración, reduce la pérdida de agua por evaporación, mejora el drenaje, mayor desarrollo de raíces, incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), aumenta la actividad biológica y mejora la estructura del suelo (Bot y Benites 2005).

El contenido de nitrógeno total en los suelos de Honduras, está determinado por el porcentaje de materia orgánica. Los valores para la capa arable oscilan entre 0.1 a 0.29%, la deficiencia de este elemento en los suelos potenciales para cacao se debe a que el nitrógeno se pierde fácilmente por lavado, volatilización, lixiviación (Fassbender y Bornemisza 1987). Suelos bajos en nitrógeno en el cultivo de cacao se manifiesta en la reducción de la velocidad del crecimiento, detiene su crecimiento en pocas semanas y rápidamente presentan enanismo.

5.2.4 Fósforo y Potasio

El fósforo es extremadamente importante en las reacciones de energía de la planta y para fortalecer el sistema radicular del cacao (IFA 2002). El fósforo es uno de los nutrientes que se encuentra limitante en los suelos de Honduras debido a que la mayoría de los suelos presentan pH ácidos según Reiche González (2011). el nivel adecuado de Potasio esta entre 30,000 a 50,000 ppm Y para el fosforo en un rango de 10 a 15 ppm

Con relación al P-disponible y K-disponible; se puede concluir que para el k-disponible hay una muestra con un contenido bajo de 23 ppm En relación a los niveles de K-disponible en todos los sectores se encuentran en niveles bajos de P

Un contenido bajo de fósforo (P) lo que ocasiona es que la planta crezca lentamente por falta de raíces absorbentes (pelos absorbentes) y las hojas, especialmente las más pequeñas no se desarrollan. Las hojas maduras desarrollan un color pálido en los filos y en las puntas, mientras que las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas.

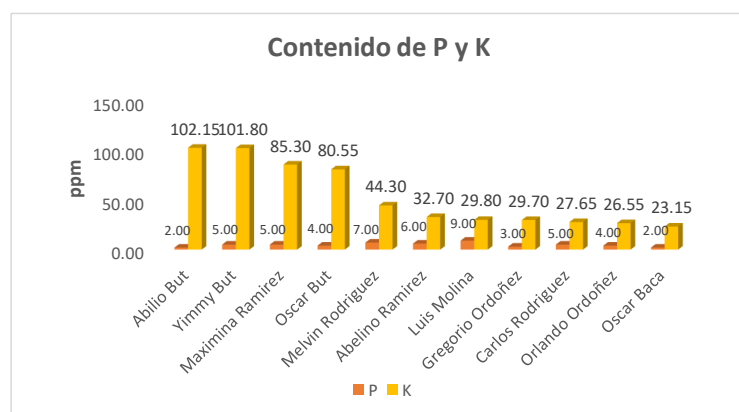


Figura 4. Contenido de fosforo y potasio en los suelos de las fincas

En relación al bajo contenido de potasio que se presentó (K), los síntomas aparecen inicialmente en las hojas más viejas y en los brotes a consecuencia los chupones cada vez son más pequeños. En general, los resultados indican que los niveles encontrados no son los adecuados para el cultivo de cacao. para mejorar esas condiciones se tiene que hacer incorporación de abonos orgánicos , también incorporando las musáceas que tienen gran cantidad de potasio.

5.2.5 Los cationes cambiables

El promedio de cationes es 3040.4 mg/kg de Ca, un rango adecuado, 205.08 mg/kg de Mg, en un rango adecuado, 30.66 mg/kg de Fe, presentó un alto rango, 41.89mg/kg de Mn, presentó un alto rango, 2.01mg/kg de Cu, 2.52 mg/kg de Zn, un rango adecuado

De acuerdo con los resultados obtenidos, los macronutrientes tienen un rango adecuado. El Ca es beneficioso para las plantas de cacao ya que estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas, de igual forma sin la presencia del Mg comienza a haber color amarillento en las hojas viejas que termina afectando a las jóvenes y posteriormente se termina perdiendo la planta. El Mn es un nutriente que desempeña un papel importante en determinadas funciones de los vegetales, destacando entre ellas su intervención en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es un componente básico de la clorofila, es la molécula encargada de dar el color verde a las plantas (Alvarado, 2019)

5.2.6 Profundidad de suelo

De acuerdo con Dubón y Sánchez (2016), el cacao requiere suelos porosos para asegurar oxigenación y buen desarrollo radicular, de preferencia entre 0.80 – 1.20 metros de profundidad.

Cuadro3. Profundidad efectiva del suelo en las fincas de los productores

No.	Productores	Profundidad de suelo (cm)
1	Abelino Ramírez	85
2	Abilio But	75
3	Gregorio Ordoñez	60
4	Luis Víctor Molina	56
5	Oscar But	45
6	Oscar Baca	75
7	Orlando Ordoñez	65
8	José Adrián Hernandez	60
9	Yuni But	105
10	Maximina Ramírez	71
11	Marvin But	97
12	María But	49
13	Carlos Rodríguez	79
14	Melvin Rodríguez	85
15	Oscar Vásquez	50
16	Luis Alonso Ortega	60
17	Félix But	60
18	Pablo But	45

Los suelos de las fincas de los productores presentan una profundidad efectiva de 0.45 – 1.05 m por lo cual se consideran suelos moderadamente profundos. Esto es bueno debido a que así la raíz principal puede penetrar más, en los suelos menores de 50 cm no permite desarrollarse mucho la raíz debido a la presencia de roca madre.

5.2.7 Temperatura, humedad relativa y precipitación

Durante el periodo que duro el estudio se presentó una temperatura máxima de 28.04 grados Celsius y una mínima de 27.42 grados Centígrados, y un promedio de humedad relativa de 79.29%; con una precipitación promedio de 2.35mm en los tres meses que duró la investigación. De acuerdo con Moreira (2015), la temperatura media anual para producir cacao en buenas condiciones debe oscilar entre los 25 y 29 grados centígrados y la diferencia entre la temperatura mínima y máxima mensual no debe sobrepasar 9 °C, por lo que decimos que las condiciones presentes en la zona son aptas para el cultivo.

Debe enfatizarse que la humedad ambiente adecuada para producir cacao es aquella que se mantiene entre 70 % y 80 %. Por debajo de este nivel hay mayor transpiración foliar y

si no se dispone del agua necesaria en el suelo, se provoca estrés hídrico en la planta. Por otra parte, la alta humedad favorece la incidencia de enfermedades fungosas como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mazorca negra (*Phytophthora sp.*) (FHIA 2017)

5.3 Incidencia de la mazorca negra en el cultivo de cacao

Se realizó el muestreo para la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y mal del machete (*Ceratocystis*) y estas no están presentes en las fincas de los productores de cacao. A diferencia del muestreo para la mazorca negra (*Phytophthora sp.*) la cual, sí está presente. Se observaron síntomas en el fruto, presentando manchas circulares de color café oscuro, en la planta se observó síntomas en los chupones y en las hojas se presentaron hojas secas y enrolladas hacia adentro.

Uno de los factores que influye para una mayor incidencia de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora sp.*) es el exceso de sombra. De acuerdo con la FHIA (2017), las condiciones de mal manejo, especialmente el exceso de sombra, mal drenaje y falta de poda que presentan muchas plantaciones, favorecen la presencia de la enfermedad, sobre todo a fines y comienzos del año cuando se presentan temperaturas más bajas y lluvias frecuentes e intensas. De manera que la enfermedad es más severa y agresiva en períodos húmedos.

Según la FHIA (2017), el patógeno puede atacar cualquier parte de la planta y es una enfermedad que causa severos daños y pérdidas significativas. Puede atacar los cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas (frutos). En este estudio se decidió hacer muestreos para determinar la incidencia en siete de las fincas incluidas en la investigación, las cuales son plantaciones en producción. En el cuadro cuatro se pueden observar los resultados del muestreo

Cuadro 4. Incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora* L.) y cantidad de sombra en las plantaciones de cacao bajo estudio

No.	Incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i> L.)		Sombra (%)
	Productores	Incidencia (%)	
1	Oscar Baca	1.25	65.70%
2	Abelino Ramírez	2%	78.60%
3	Oscar But	4%	73.60%
4	Abilio But	0.50%	75.10%
5	Luis Molina	5.60%	73.50%
6	Orlando Ordoñez	1%	71.10%
7	Gregorio	7.14%	81.80%

De acuerdo con Pérez *et al.*, (2010), en Costa Rica se ha informado de incidencia de mazorca negra de hasta un 45% debido a las precipitaciones que favorecen el ataque, establecimiento e impacto de los hongos en cacao.

Como se observa en el cuadro 4, la incidencia se calculó por el número de plantas que tenían la enfermedad entre el total de plantas y se puede decir que por el momento se tiene un porcentaje de incidencia bajo, pero es peligroso si no se toman medidas para contrarrestar el avance de la enfermedad. Otra condición que puede estar favoreciendo el desarrollo de la enfermedad, es que el productor no realiza con frecuencia el corte y entierro de frutos infestados e infectados y el patógeno completa su ciclo de vida al aire libre, de esa manera se infestan una gran cantidad de mazorcas, lo que hace difícil controlar el ataque de esta enfermedad.

Como se mencionó, se encontró que estos productores tienen exceso de sombra en sus plantaciones, con una media de 74.14% Según Bonillas (2015), el contenido de sombra en los cultivos de cacao debe estar entre el 30 a 40% para un óptimo crecimiento de las plantas y para evitar proliferación de enfermedades. Se ha encontrado que las tazas arriba del 40% son negativas para la producción de cacao por que reducen la tasa de fotosíntesis, el nivel de floración, menor formación de frutos y una menor calidad del cacao (almendra).

En este caso, siete de los productores hacen manejo de sombra por medio de desramado, mientras que 11 aun no hacen control de sombra porque su cultivo está pequeño. Sin embargo, como se observa en el cuadro cuatro los siete productores que tienen su cultivo en producción mantienen un exceso de sombra en su sistema agroforestal, esta es una situación que afecta para la producción de cacao de calidad debido a que no hay mucha entrada de luz, no se lleva a cabo adecuadamente el proceso de fotosíntesis, hay poca aireación y se concentra humedad, lo cual favorece el apareamiento de mazorca negra y otras enfermedades.

Por otra parte, la regulación de sombra es importante para el sistema radicular de los árboles ya que aumenta la capacidad de infiltración de agua en el suelo y proporciona las condiciones ambientales estables en caso de brascas y fuertes oscilaciones de temperatura, viento y humedad y se aumenta el contenido de materia orgánica. Además, la sombra bien regulada provee protección al suelo evitando la erosión, en estos sistemas se encuentran plantas fijadoras de nitrógeno como el guamo (*Inga sp.*) lo cual favorece la nutrición mineral de la plantación (Torres 2016)

Para la regulación de sombra los productores utilizan herramientas como la sierra cola de zorro, machete, tijeras desjarretaderas y se usa un cicatrizante de poda a base de aceite vegetal o cera de abejas para proteger las heridas por la posible entrada de plagas.

No cabe duda de que es necesario capacitar a los productores para que realicen una adecuada regulación de sombra y una adecuada poda de los árboles de cacao, esto reducirá la incidencia de plagas, favorecerá una mayor capacidad de floración y una mayor producción de mazorcas de mejor calidad, generando mayor rentabilidad. De acuerdo con Moreira (2015), se debe realizar poda 2 o 3 veces al año a través de podas de ramas o la eliminación de árboles, permitiendo la entrada de luz y generando una mayor producción.

5.4 Contribución del sistema agroforestal con cacao a la seguridad alimentaria de las familias productoras

Los productores manifiestan que los sistemas agroforestales con cacao mejoran los ingresos y la consecuente calidad de vida de sus familias, tomando en cuenta que el cultivo de cacao en la zona produce dos cosechas en el año, en invierno desde septiembre a diciembre y en verano desde enero a mayo.

El producto lo venden a la Cooperativa APROSACAO que es la que finalmente exporta el cacao. El precio promedio que reciben los productores y productoras en la organización es de 9 lempiras/libra, lo que equivale a 19.84 lempiras/kg de cacao en baba. Con estos datos se puede estimar que el ingreso promedio por hectárea es de 10,617.86 lempiras/año tomando en cuenta el costo de manejo del cultivo es de 3600 lempira /año/ha (comunicación personal con productores)

Cuadro 5. Ingresos por venta de cacao en baba por año

No.	INGRESO DE LA PRODUCCION DE CACAO POR AÑO			Total, ganancias con los costos de producción (lps)
	Productores	Área (ha)	Producción (kg/año)	
1	Oscar Baca	1.71	1698.25	L26,893.28
2	Abelino Ramírez	0.48	199.58	L2,559.68
3	Oscar But	0.51	858.2	L15,226.61
4	Abilio But	1.28	547.94	L7,371.13
5	Luis Molina	2.99	928.05	L11,612.51
6	Orlando Ordoñez	0.72	351.08	L4,965.43
7	Gregorio	0.73	364.69	L5,235.41

Los cálculos se hicieron considerando que en el cuadro cinco aparecen las dos cosechas que se realizan al año, tomando en cuenta que el precio del kg es 19.84 lps y reconociendo que la primera cosecha es la mayor y se da de septiembre a diciembre.

Desde la perspectiva de la seguridad alimentaria y nutricional, los sistemas agroforestales desempeñan un papel importante, principalmente en las fincas de los pequeños productores de Centro América, debido a que los sistemas garantizan con el tiempo un flujo constante de alimento a menor costo y los rendimientos son más sostenibles (FAO, 2018)

Como se observó en las fincas de los productores de cacao bajo el sistema agroforestal, aparte de su cultivo base, se cuenta con especies acompañantes del cacao que generan alimento directo, libre de sustancias químicas sintéticas que lo consume la misma familia, por lo que hace parte de la seguridad alimentaria de los productores y sus familias y de su dieta alimenticia, lo cual mejora la nutrición en estos hogares. Por otro lado, tienen la oportunidad de vender excedentes de plátano, aguacate, naranja y otros productos (ver cuadro 1) y ese ingreso extra que reciben les permite comprar cosas que ellos no producen como ser el arroz, leche, tomates, azúcar, papas, carne, etc., mejorando así su seguridad alimentaria y su calidad de vida.

También es importante mencionar que, entre las especies acompañantes tienen fuentes de leña que utilizan para cocinar los alimentos en sus hogares y árboles maderables que representan una inversión en el mediano y largo plazo para ellos y sus familias, a la vez que mejoran y conservan los recursos naturales como el agua, el suelo y el ambiente en general.

En comparación con el monocultivo, el tener cacao bajo sistemas agroforestales trae notables ventajas, como ser fijación biológica de nitrógeno, mejor dieta alimentaria para la familia por la diversidad de especies, y con un importante rendimiento de cacao que genera ingresos muy significativos. Sin duda, la diversificación productiva está asegurando y mejorando la alimentación y el ingreso familiar.

Por otra parte, en el sistema agroforestal con cacao hay menos riegos de pérdidas por ataque de plagas insectiles y enfermedades, contrario a lo que sucede en el cacao en monocultivo, donde este riesgo es bien elevado ya que las plagas y enfermedades se reproducen más rápido y pueden desplazarse rápidamente por la zona al haber gran extensión de alimento disponible de la misma especie. otra desventaja es que si pierde la cosecha el productor pierde todo al no tener otro cultivo que genere ese ingreso extra.

5.4.1 Análisis del ingreso económico del cacao y especies acompañantes

El diseño agroforestal debe garantizar que haya un mayor ingreso y estabilidad económica, un mejor uso del espacio, el agua y los nutrientes. El diseño del sistema debe ayudar a regular la temperatura en la plantación, moderar la entrada de luz, disminuir el efecto del viento, proteger y mejorar el suelo; todo esto ayuda a generar una alta productividad y fomentar la biodiversidad en las parcelas de cacao.

Cuadro 6. ingresos económicos del cacao y especies acompañantes

No.	INGRESOS ECONOMICOS DEL CACAO Y ESPECIES ACOMPAÑANTES			Total, de ganancias sacando los costos de producción (lps)
	Productores	Total, del ingreso del cacao (lps)	Total, de las especies acompañantes (lps)	
1	Oscar Baca	L26,893.28	L12,000.00	L38,893.28
2	Abelino Ramírez	L2,559.68	L2,500.00	L5,059.68
3	Oscar But	L15,226.61	L10,000.00	L25,226.61
4	Abilio But	L7,371.13	L4,500.00	L11,871.13
5	Luis Molina	L11,612.51	L8,200.00	L19,812.51
6	Orlando Ordoñez	L4,965.43	L3,500.00	L8,465.43
7	Gregorio	L5,235.41	L3,200.00	L8,435.41

Como se observa en el cuadro seis, el ingreso económico obtenido por la venta del cacao es significativo y, además, resalta lo que es el ingreso económico extra que se genera por la venta de productos de las especies acompañantes como ser madera, leña, postes, musáceas, frutales; lo que beneficia a la familia de los productores supliendo necesidades y mejorando su calidad de vida. Se promedió el ingreso de acuerdo a lo que los productores venden, como ser musáceas, cítricos, café, dejando un 15 % de musáceas para el consumo de la familia.

Se constató que la familia consume frutas que se producen en el sistema agroforestal, lo cual contribuye a generar seguridad alimentaria y mejora su dieta. Por otra parte, las especies acompañantes mejoran el ambiente, generan sostenibilidad y representan un ingreso extra más si lo comparamos con tener el cacao como monocultivo, el cual contribuye a satisfacer otras necesidades de la familia.

Por otra parte, a largo plazo se espera obtener un ingreso seguro a partir de la madera de Caoba. En el primer raleo se obtendrán 4,631 pies tablares (pt) que equivalen a L. 138,921.00 (L. 30.00/pt) y en el segundo raleo se obtienen 5,036 pt que equivale a L. 201,443.00 (L. 40.00/pt). A la edad de 25 años la especie estaría produciendo 476 pt/árbol (2.38 m³/árbol) para el turno final de aprovechamiento de 25 árboles/ha y 14,797 pt de madera aserrada/ha (que equivalen a unos L.739,869.00 a L.50.00/pt) por otra parte se obtienen leña que sirve para el proceso de la preparación de alimentos son importantes para la seguridad alimentaria y nutricional, y se generaran ingresos extra al vender la madera que esto aporta para la compra de alimentos que ellos no producen y por lo tanto se mejora su calidad de vida

5.5. Capacidad de fijación de carbono y biomasa

Las parcelas de cacao almacenaron en promedio 48.36 y 215.9 t C ha⁻¹ en biomasa arriba del suelo a los 10 años de edad del cultivo estos resultados en comparación a lo encontrado En la región de San Martín (Perú), Concha *et al* (2007) reportaron datos superiores a 40 t C/ha, para SAF con cacao, de 12 y 20 años. Según Cerda (2018) “ El Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de cacao de Centroamérica”, la mayor acumulación de carbono se da hasta los primeros 10 años de edad,

Tabla 1. Almacenamiento y tasas de fijación de carbono en biomasa arriba del suelo
Almacenamiento y tasas de fijación de carbono en biomasa arriba del suelo

Productores	Edad (años)	Biomasa (t ha ⁻¹)	Carbono (t ha ⁻¹)	Tasa de fijación (t C ha ⁻¹ año ⁻¹)
Abelino Ramírez	10	127.93	63.97	0.16
Abilio But	10	219.86	109.93	0.09
Gregorio Ordoñez	10	206.93	103.47	0.10
Luis Molina	10	239.06	119.53	0.08
Orlando Ordoñez	10	325.04	162.52	0.06
Oscar Baca	10	431.73	215.87	0.05
Oscar But	10	247.49	123.75	0.08
	Promedio	256.86	128.43	0.09
	Desviacion Estandar	96.71	48.36	0.03

La tasa de fijación de carbono promedio en biomasa arriba del suelo fue de 0.09 t C ha⁻¹ año de acuerdo con Aristizábal y Guerra (2002) la tasa de fijación de los árboles de cacao es de 1 t C ha⁻¹ año⁻¹, que es un valor muy similar a lo encontrado.

El carbono almacenado promedio en la hojarasca fue de 5.17 t C ha⁻¹, Cerda (2018) encontró almacenamientos de carbono en hojarasca para cacaotales de Centroamérica entre 1.3 y 8.0 t C ha⁻¹, lo que resulta similar a los hallazgos de este estudio. También se hallaron semejanzas con lo reportado por Cerda (2018) en cacaotales de la costa sur de Guatemala (3.6 t C ha⁻¹).

Tabla 2. Almacenamiento de carbono en necro masa de cacaotales

<i>Productores</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Biomasa (t ha-1)</i>	<i>Carbono (t ha-1)</i>	<i>Tasa de fijación (t C ha-1 año-1)</i>
<i>Abelino Ramírez</i>	10	5.12	2.56	3.91
<i>Abilio But</i>	10	8.12	4.06	2.46
<i>Gregorio Ordoñez</i>	10	8.28	4.14	2.42
<i>Luis Molina</i>	10	9.56	4.78	2.09
<i>Orlando Ordoñez</i>	10	13.01	6.51	1.54
<i>Oscar Baca</i>	10	18.35	9.18	1.09
<i>Oscar But</i>	10	9.9	4.95	2.02
Promedio		10.33	5.17	2.22
Desviacion Estandar		4.25	2.13	0.89

Teniendo en cuenta que los sistemas agroforestales con cacao ambientalmente son considerados como mitigadores del cambio climático por capturar carbono en biomasa, Los SAF-cacao son una alternativa de uso de la tierra al alcance de los pequeños productores de zonas tropicales, quienes podrían certificar ese carbono y venderlo para obtener ingresos complementarios (Somarriba et al. 2008), al mismo tiempo que incrementan el número y el crecimiento de los árboles maderables y frutales que son valiosos para la conservación biológica y/o cultural y generación de ingresos extra

Los SAF tienen una gran ventaja ya que produce gran cantidad de biomasa que regresa al suelo que puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de compost y abonos orgánicos, que se utilizan en el cultivo se da el reciclaje de nutrientes en el suelo lo que contribuye a la conservación del mismo lo que esto al final significa una mejor producción y mayores ingresos para las familias productoras.

5.6. Aspectos a mejorar en los sistemas de producción

Comentado [MT2]: Cambie eso en CONTENIDO y en su Metodología

Hasta el momento los productores están contentos con los resultados que están obteniendo con sus sistemas de producción con cacao. Sin embargo, a través de este trabajo se detectaron algunos aspectos que deben mejorarse para incrementar rendimientos, su rentabilidad y su funcionalidad en el tiempo.

Para mejorar la disponibilidad de P se podría usar Super fosfatos, excremento de pollo (gallinaza), ceniza, huesos de animales pequeños ya que son ricos en fosfato. Para el caso del K incorporar al suelo cenizas, hojas de la musáceas y compost. Para el mejoramiento del contenido de nitrógeno se puede incorporar materia vegetal, se deberán podar los guamos (*Inga*) e incorporarlos al suelo, ya que son plantas que retienen nitrógeno.

Para la regulación de sombra se deberán identificar las especies de mayor altura para hacer podas de ramas, permitiendo el paso de la luz solar hacia el cacao o en algunos casos, a través de la eliminación del exceso árboles para así tratar de obtener una sombra uniforme y adecuada (30% a 40% en promedio). Esta es una actividad que se deberá hacer dos a tres veces por año.

Para que la enfermedad de la mazorca negra no siga multiplicándose, se deberá hacer la regulación de sombra obteniendo un porcentaje de sombra de 30% al 40% para evitar el exceso de humedad en el ambiente de la plantación, mediante podas dirigidas y regulación del sombrío. Hacer control de maleza por medio de chapia o shindaiwa, se debe hacer corte de frutos enfermos durante la cosecha, retirando aquellos que caigan cerca de la base del árbol (deben dejarse entre las calles y cubiertos con la hojarasca del suelo).

Otra situación importante es que los productores beneficien su cacao, esto para que ellos pasen de vender cacao en baba a almendra seca, que genera mayor ganancia (rentabilidad). Una opción viable es implementar un túnel para el secado, el cual es hecho de plástico translúcido y tiene ventanas para que el flujo de aire sea continuo. Estos calentadores solares contienen varios cajones de madera que son protegidos de la exposición solar extrema por una malla de plástico.

Como primer paso los productores deben ser capacitados en todo el proceso. Generalmente, se inicia con el proceso de fermentación en cajas de madera. Normalmente, el mismo día en que ocurre la cosecha se deja reposar 24 horas, removiendo con palas de madera o plástico, se voltea el cacao, pasando los granos de la parte inferior hacia arriba, y los que estaban arriba van al medio y abajo, el siguiente proceso es cerrar la parte superior de las cajas con hojas de plátano y no dejar huecos por donde pueda entrar el aire, para que los granos no se oxiden.

Se deben dejar los granos cubiertos por 48 horas. Después de que pasen esas 48 horas, rotarlos nuevamente, cubrirlos una vez más y luego rotarlos cada 24 horas hasta que hayan transcurrido al menos 6 días. Finalmente, después del largo proceso de fermentación, los granos estarán listos para secarse y así se obtendrá la almendra seca que tiene un mayor precio de venta, lo cual beneficiará a los productores, mejorando sus ingresos y teniendo una mejor calidad de vida.

VI. CONCLUSIONES

Las plantaciones agroforestales con cacao están contribuyendo positivamente al ingreso económico y a la seguridad alimentaria de las familias, generando mayor ingreso económico con una mayor diversificación de productos como madera, leña, cítricos, musáceas y otros frutales que venden en el mercado local.

El cultivo de cacao en sistemas agroforestales se adapta muy bien en la comunidad de la Flor del Café, ya que variables como temperatura promedio (27.5 °C), precipitación (2.35mm), altura sobre el nivel del mar (880 msnm) y humedad relativa de 79.29%, están dentro de los rangos establecidos para la producción exitosa del cultivo de cacao

El exceso de sombra encontrado en las plantaciones (74.20%), favorece la aparición de enfermedades como mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), por lo que es necesario implementar medidas permanentes de manejo.

VII RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar dosis medias a altas de nitrógeno, fósforo y potasio, al inicio de las lluvias y al final de las lluvias, para mejorar los rendimientos del cultivo de cacao.
2. Incorporar materia orgánica para elevar los niveles de nutrientes y mejorar la actividad biológica en el suelo.
3. Buscar los espacios para fortalecer los conocimientos en temas de aprovechamiento de los recursos obtenidos de los sistemas agroforestales, que contribuyan directamente a las actividades económicas y a la seguridad alimentaria de las familias ya identificadas en el presente trabajo de investigación.
4. Capacitar a los productores en el manejo integrado de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora* L.) que por el momento es baja, pero si no se le da el manejo adecuado irá en ascenso y eso pone en riesgo las plantaciones de cacao de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Comentado [MT3]: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, G. (2019). Fertibox análisis agrícolas. Villamayor, Salamanca, España

Arévalo, C. (2012), “Técnicas y Prácticas Agroforestales Validados para El Ecuador”, Ecuador, Universidad de Cuenca, 110p.

Arévalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. Ecología Aplicada, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Aristizábal, J.; Guerra, A. (2002). Estimación de la tasa de fijación de carbono en el sistema agroforestal nogal cafetero Cordia alliodora- cacao Theobroma cacao L plátano-Musa paradisíaca (Trabajo de grado, Bogotá, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital).

Aroldo Dubón, Rolando Martínez, Alfredo Martínez, Erick Durán, Oscar Ramírez, MTB y RT. 2018. Producción de cacao en sistemas agroforestales Guía técnica

Castañeda, S., & Villatoro, F. (2006). Evaluación ecológico – hidrológica del plan de manejo de la microcuenca del río Talgua, Olancho [Escuela Agrícola Panamericana].

Cernas, J. F. (23 de abril de 2014). Chocolate del Caribe a punto de agregarle valor al cacao hondureño.

CONCHA, J.; ALEGRE, JC; POCOMUCHA, V. 2007. Determinación de las reservas de Carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. en el departamento de San Martín, Perú. Ecología Aplicada. 6(2):75-82.

Espinoza-Domínguez, W., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A., & Torres-Rivera, A. (2012). Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 18(1), 57-70.

FAO(organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación) 2018. Sistemas agroforestales, seguridad alimentaria y cambio climático. Centro América

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2004. Guía técnica: cultivo de Cacao bajo sombra de maderable o frutales. Proyecto UE- Cuencas La Lima Cortes, Honduras C.A.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2014. Programa de Cacao y Agroforestería, Informe Técnico 2013. 1° ed. La Lima Cortes, Honduras, C.A. 118p.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2015. Guía técnica: El ambiente y su efecto en el comportamiento de la planta de cacao. Proyecto de Mejoramiento de Ingresos y Empleo para Productores y Productoras de Cacao en Honduras (PROCACAOH)

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2017. Guía técnica: Aumento de la producción, productividad y calidad de cacao bajo sistemas agroforestales (SAF), por el uso de la información y tecnología transferida y la disponibilidad de servicios financieros adecuados

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2017. Infocacao. La Lima, Cortés, Honduras, C.A

IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes). 2002. Los fertilizantes y su uso [internet]. Paris: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); [consultado 2017 sep. 20]. <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.

Infocacao. 2016. Establecimiento de la sombra para plantaciones nuevas de cacao (en línea). Boletín Infocacao, Ciencia y tecnología al servicio del sector cacaotero.

Mamani, D. (2009), Componentes de la Vegetación Arborea, Arbustiva y de Regeneración Natural en Sistemas Agroforestales Sucesionales en la Comunidad de Combuyo – Cochabamba. Tesis Técnico Forestal. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simón. 59 p.

Mendoza, I. (2009). Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. Guía Técnica para Promotores. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio de El Castillo, PRODESOC Río San Juan. IPADE, Managua, Nicaragua. 70 p.

Montagnini F. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los tropicales. 2ed. San José.

- Orozco-Aguilar, Luis & Deheuvels, Olivier & Villalobos, Marilyn & Somarriba, Eduardo. (2015). El sector cacao en Centroamérica Estado de desarrollo en el año 2007.
- Porta Casanellas, J., Lopez-Acevedo, M y Roquero de Laburu, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid (España). Ed. Mundi Prensa. Pag 727.
- Quintana Fuentes, Lucas & Gómez-Castelblanco, Salomón & García Jerez, Alberto & Guerrero, Nubia. (2015). Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña santandereana, Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 6. 252. 10.22490/21456453.1284.
- Reiche González AC. 2011. Determinación de la fijación de fósforo y potasio en un suelo joven y un suelo evolucionado del Valle de Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras. [Tesis]. Valle del Yeguaré, San Antonio de Oriente: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 29 p;
- Reyes, W. (2017). Landscape heterogeneity and complexity: implications for terrestrial carbon and water cycles [North Carolina State University].
- Salvador, T. (2018). Situación actual de la cadena de valor de Cacao en Honduras
- Torres Gutiérrez, . 2016. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Universidad de Cuenca. Ecuador. 137 p
- Fassbender HW, Bornemisza E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2nd ed. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. xiii. 420 p
- Raintree, J. 1989. Theory and practice of agroforestry diagnosis and design. Nairobi, Kenia. ICRAF.
- Metternicht, G, I., Zinck, A. 2003. Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. Remote Sensing of Environment
- Bot A, Benites J. 2005. The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food production [internet]. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [consultado 2017 jul 20]. <http://www.fao.org/3/aa0100e.pdf>

Somarriba, E; Andrade, HJ; Segura, M; Villalobos, M. 2008. ¿Cómo fijar carbono atmosférico, certificarlo y venderlo para complementar los ingresos de productores indígenas de Costa Rica? Agroforestería en las Américas. 46: 81-88

Pérez, M; Peñaranda, L; Herazo, M. 2010. Impacto, manejo y control de enfermedades causadas por (*Phyphthora palmivora*) en diferentes cultivos. Universidad De Panplona. Facultad de ciencias básicas.

Farfán, V.F. 2014. Agroforestería y sistemas agroforestales con café. Manizales, Caldas. Colombia. 342 p.

Moreira, D. 2015. Sistematización de buenas prácticas de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. Unión Europea, IICA. San José, Costa Rica

Moreira, D. 2015. Sistematización de buenas prácticas de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. Unión Europea, IICA. San José, Costa Rica.

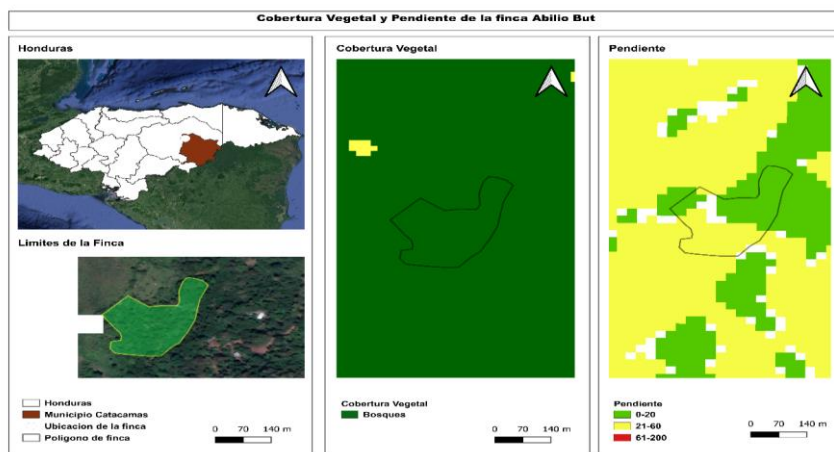
Duran, E; Dubon, A. 2016. Tipos genéticos de cacao y distribución Geográfica en Honduras. Ed. La Lima Cortes: FHIA, 2016.24P.

Álvarez, F; Rojas J; Suarez, J. 2016. Simulación de Arreglos Agroforestales de Cacao como una estrategia de Diagnóstico y planificación para Productores 13,145-150. (en línea). Florencia, Colombia Universidad de La Amazonia.

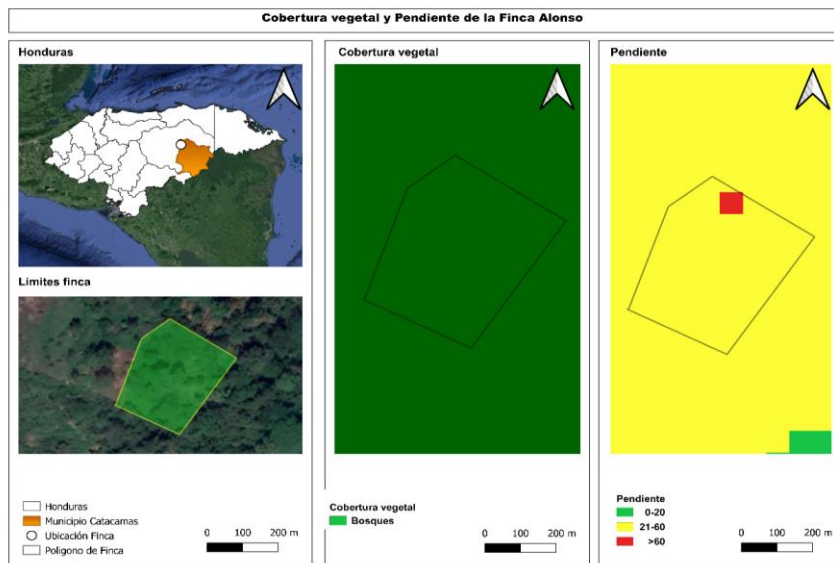
Dubón A., Sánchez J. 2016. Manual para la producción de cacao. Segunda edición. FHIA. La Lima, Cortés, Honduras. 264 p.

ANEXOS

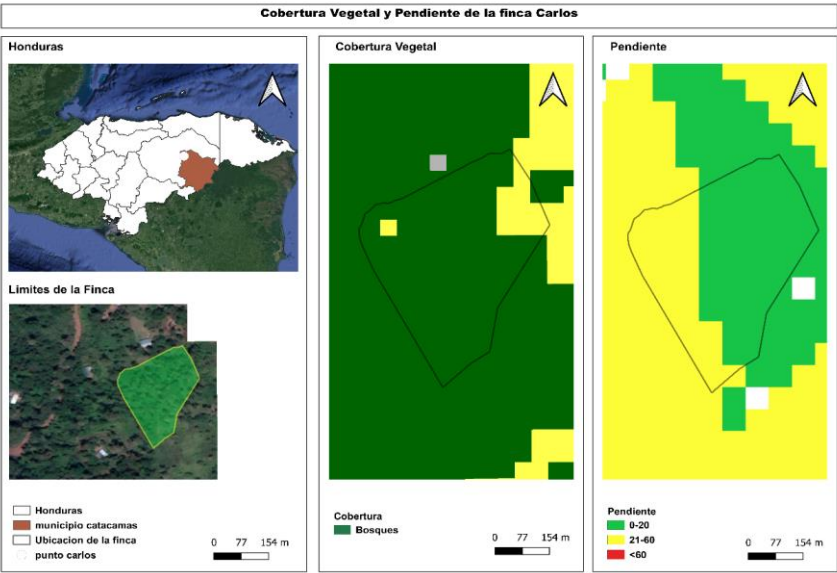
Anexo 1. Cobertura vegetal y pendiente de la finca de Abilio But



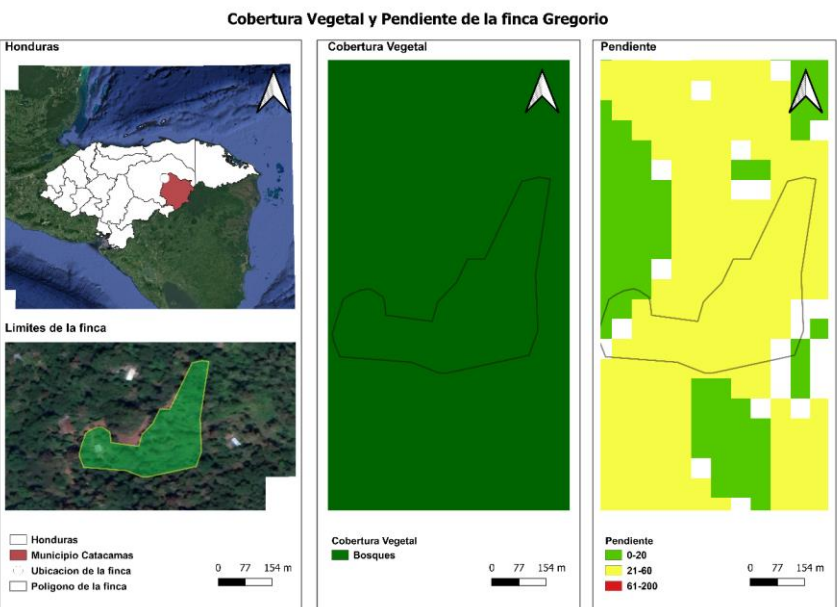
Anexo 2. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Alonso



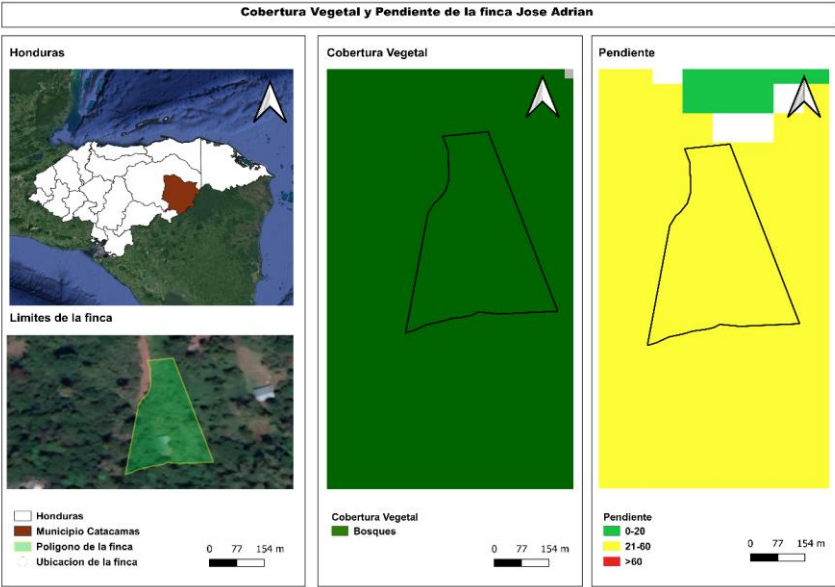
Anexo 3. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Carlos



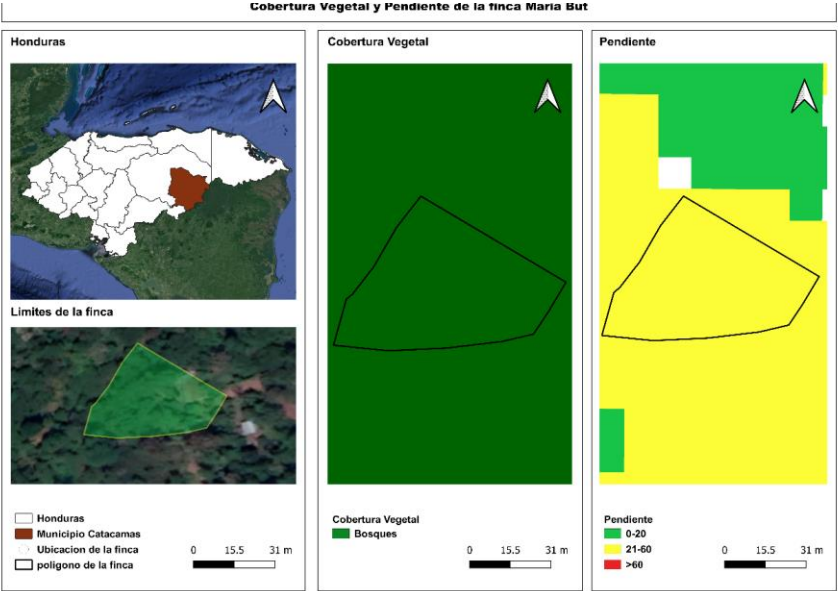
Anexo 3.4 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Gregorio



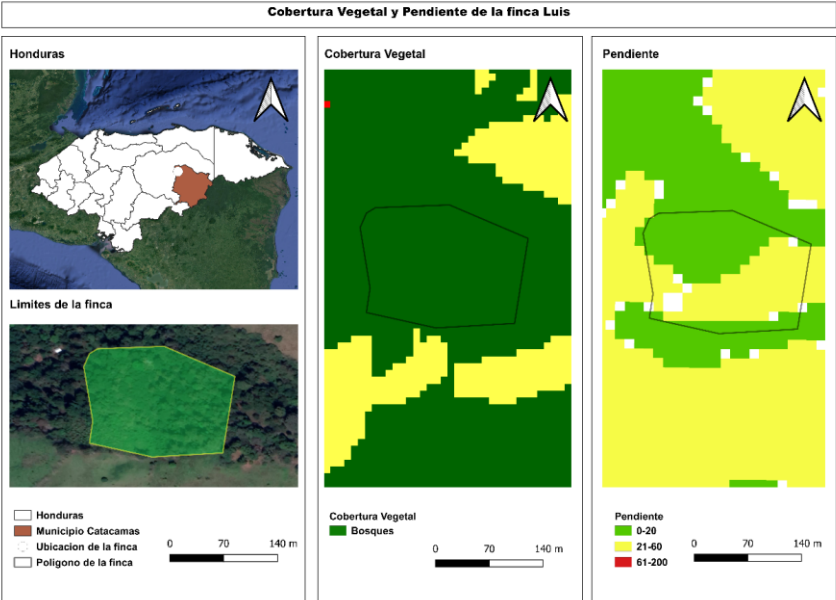
Anexo 4 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Jose Adrian



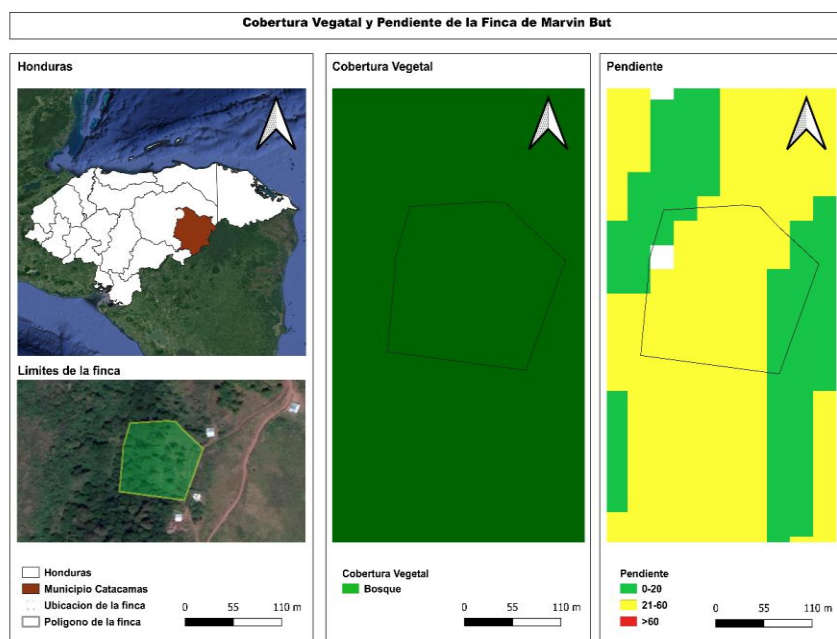
Anexo 6. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Maria But



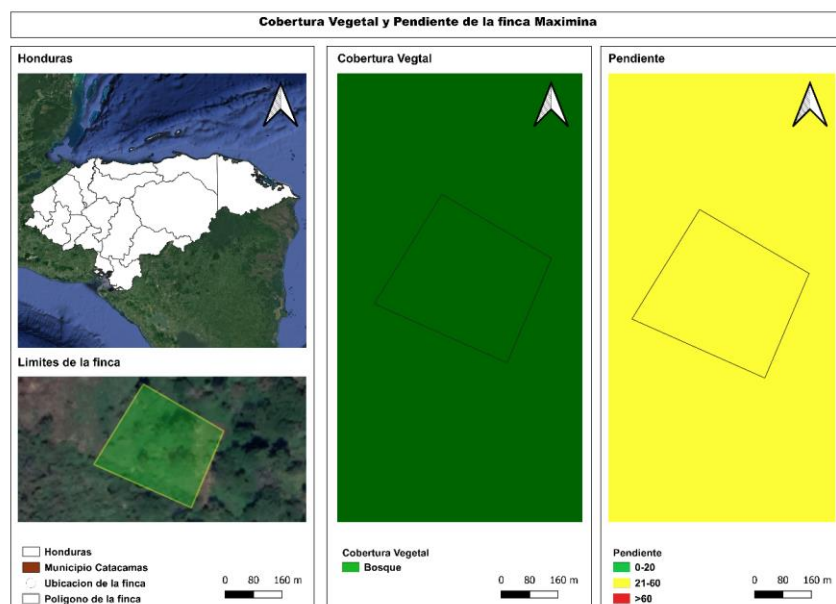
Anexo 5 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Luis Molina



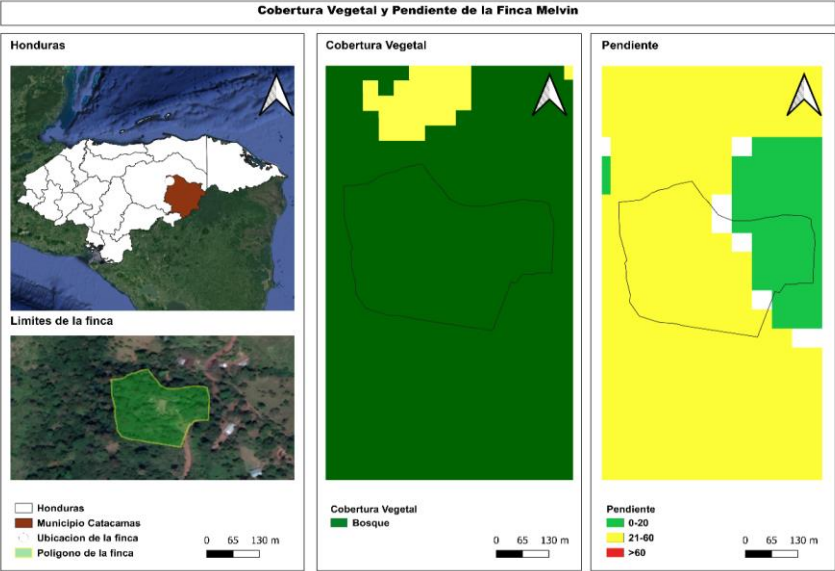
Anexo 7. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Marvin But



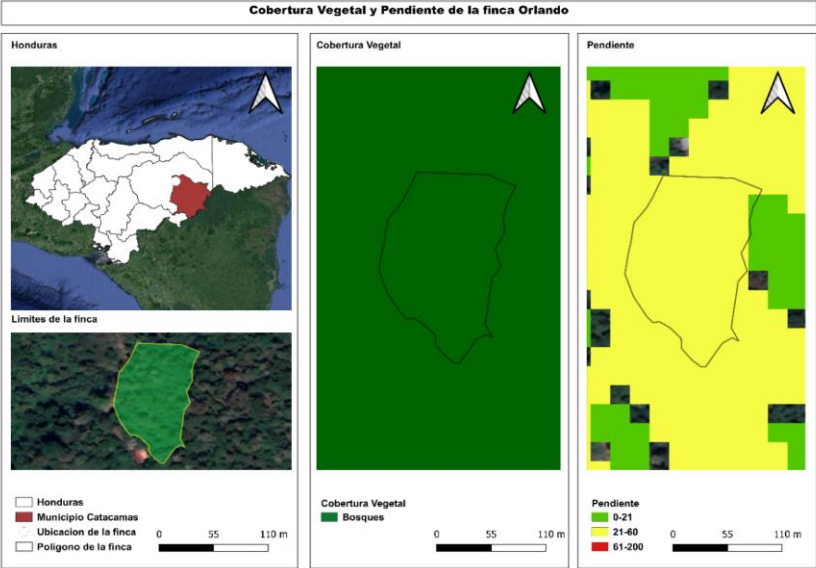
Anexo 8. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Maximina Ramírez



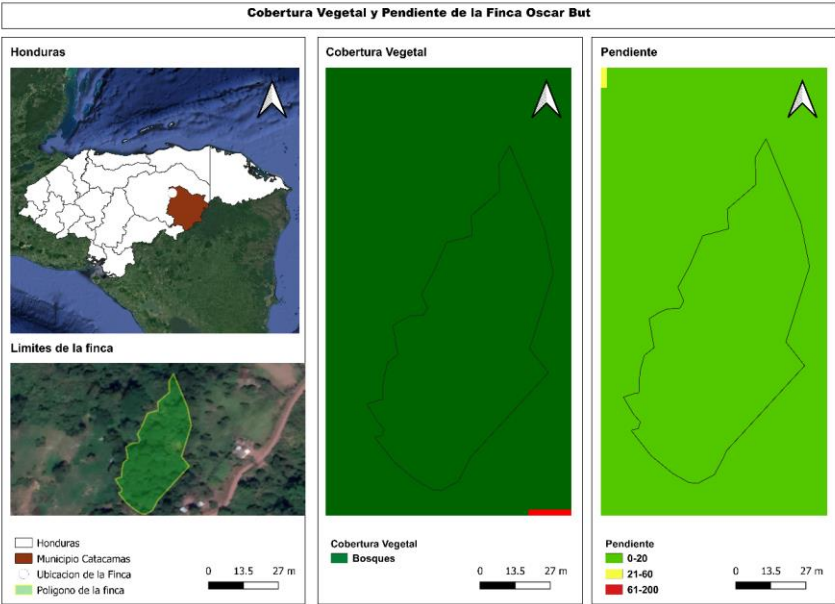
Anexo 9 Cobertura vegetal y pendiente de la finca Melvin Rodríguez



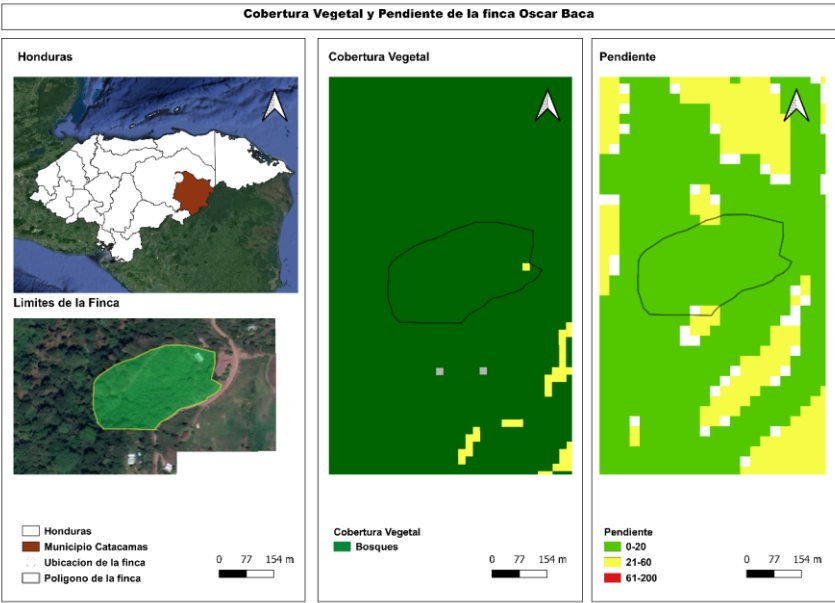
Anexo 10. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Orlando Ordoñez

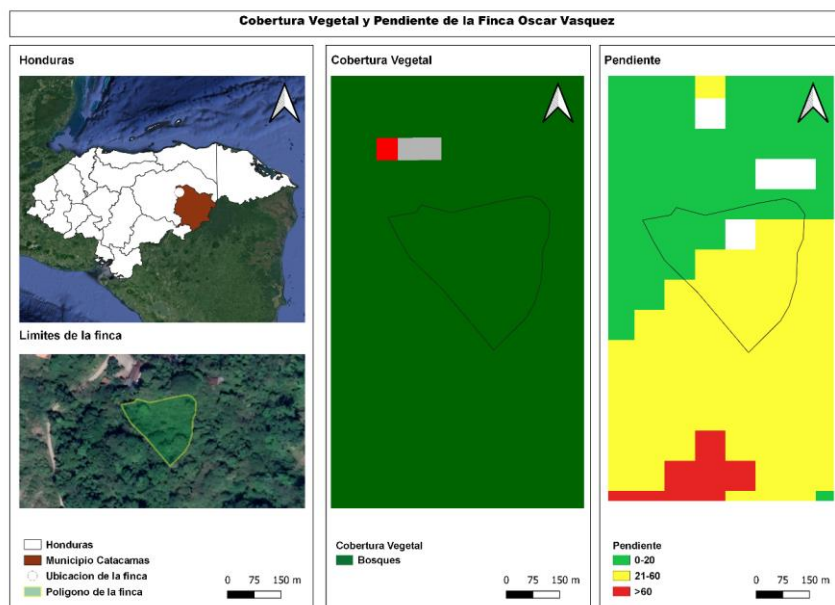


Anexo 11. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Oscar But

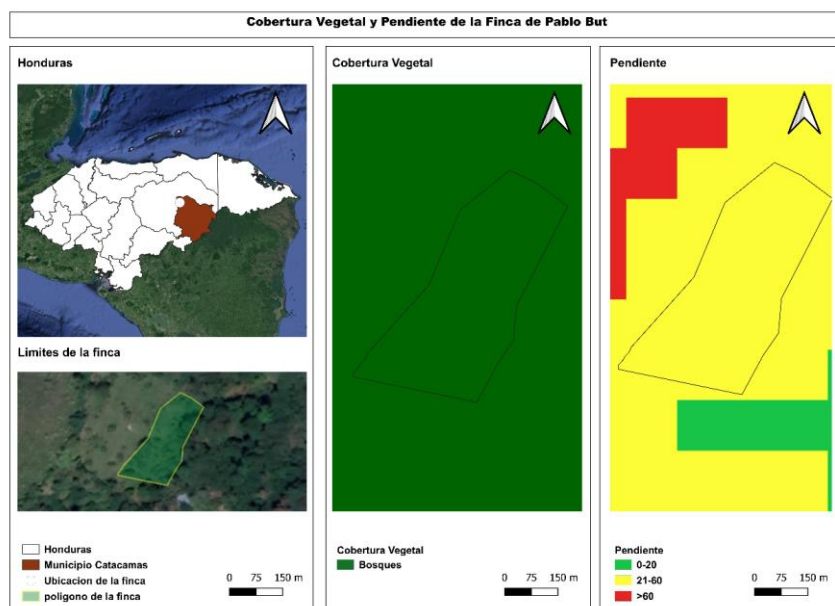


Anexo 12. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Oscar Baca

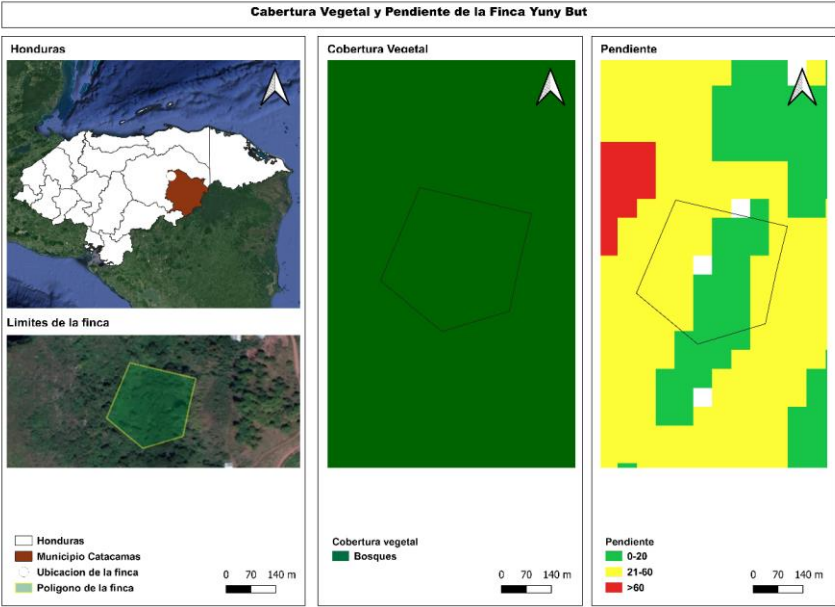




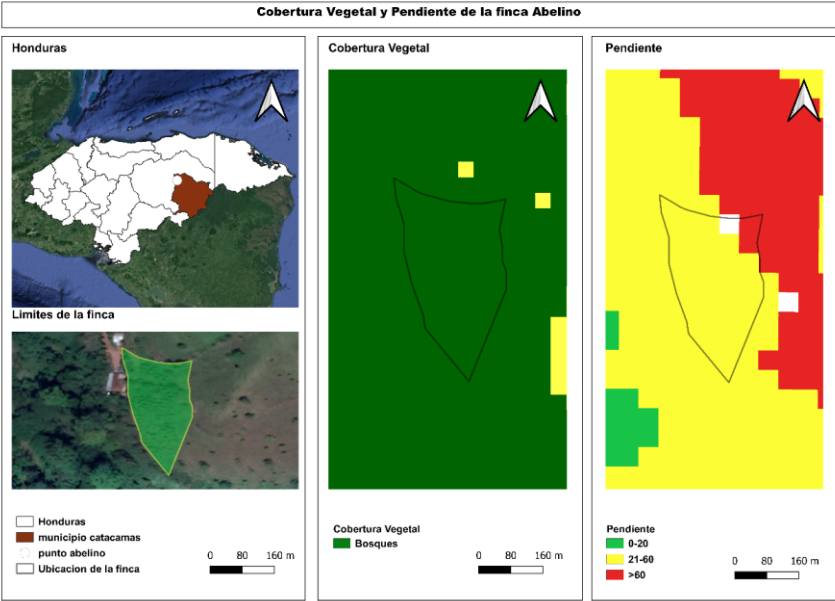
Anexo 14. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Pablo But



Anexo 15. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Yuny But



Anexo 16. Cobertura vegetal y pendiente de la finca Abelino But



Anexo 17 Mazorca negra (*Phytophthora Palmivora* L.)



Anexo 18. Profundidad Efectiva de suelos de fincas de los productores



Anexo 19. Entrevista con los productores



Anexo 20. Documentación de la cosecha



