

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Caracterización de los sistemas agroforestales (*Coffea arabica* – *Theobroma cacao*), establecidos en Suchitepéquez y administrados por el Instituto Nacional de Bosques -INAB-

Por:

Evelyn Yomara Xicará Palacios

Carné: 201646100

Cui: 3385 77610 1001

evelynxicara@hotmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre 2024

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Caracterización de los sistemas agroforestales (*Coffea arabica* – *Theobroma cacao*), establecidos en Suchitepéquez y administrados por el Instituto Nacional de Bosques -INAB-

Por:

Evelyn Yomara Xicará PalaciosCarné: 201646100

Asesor:

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

Revisor:

MSc. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñónez Melgar

Presentado ante las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente –CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a conferírsele el título que le acredita como Ingeniera en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciada.

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre 2024

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

AUTORIDADES

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis	Rector
Lic. Luis Fernando Cordón Lucero	Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Lic. Luis Carlos Muñoz López	Director en Funciones
------------------------------	-----------------------

REPRESENTANTE PROFESORES DEL CUNSUROC

M. Sc. Edgar Roberto del Cid Chacón	Vocal
-------------------------------------	-------

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles	Vocal
-----------------------------------	-------

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

T.P.A. Angélica Magali Domínguez Curiel	Vocal
PEM Y TAE Rony Roderico Alonzo Solis	Vocal

**AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Oztzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogacía y
Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la
Comunicación

DEDICATORIA

A DIOS

La única y gran fuente de sabiduría y quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

A MIS PADRES

Higinio Xicará y Gladys Palacios quienes me han enseñado a trabajar y valorar todas las cosas que se nos presentan en esta vida y es a ellos a quienes guardo el más grande respeto y amor en este mundo.

A MIS HERMANAS

Por el apoyo incondicional brindado, alegrías y tristezas compartidas y así también por sus alientos y motivaciones para continuar con tan importante proceso.

A MI QUERUBÍN

Que fue y es mi amuleto, mi fiel compañera durante todas las noches de desvelos, que solo bastaba verte dormida y escuchar tus ronquidos en mi cama para no sentirme sola y trabajar a gusto, te agradezco Mimi, eres el mejor regalo.

A TODA MI FAMILIA

A todos ellos por su cariño y respeto mostrado hacia mi persona, su apoyo incondicional y palabras de aliento para culminar con éxito este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A: **Mi alma mater Universidad San Carlos de Guatemala**, por haberme permitido estudiar la carrera universitaria de Ingeniería en Gestión Ambiental Local y así finalizar una etapa importante en mi desarrollo profesional, personal y académico.

A: **Centro Universitario DE SUROCCIDENTE**, por la formación académica recibida en la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

A: **Coordinación técnica región IX del Instituto Nacional de Bosques –INAB–**, por darme la oportunidad de trabajar la presente investigación.

A: **Mi asesora de EPS, Inga. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume** por su inestimable asesoría, la cual fue con totalidad incondicionalidad para finalizar esta investigación.

A: **Ing. Rolando Vinicio Rodríguez Sosa**, por sus valiosos aportes y acompañamiento durante el proceso de la presente investigación.

A: **Todos mis catedráticos**, quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias de manera incondicional para poder desarrollarme profesionalmente como Ingeniera en Gestión Ambiental Local.

A: **Mis amigos de la universidad**, quienes formaron parte del trayecto de alegrías y tristezas.

A: **Todas las personas**, que de una u otra forma intervinieron en la realización de la presente investigación.

Índice general

Contenido	Pág.
Resumen.....	x
Abstract.....	xiii
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura.....	3
2.1. Marco contextual.....	3
2.1.1. Información general del departamento de Suchitepéquez.....	3
2.1.2. Descripción ecológica de Suchitepéquez.....	4
2.1.2.1. Clima.....	4
2.1.2.2 Hidrología.....	4
2.1.2.3. Bosques.....	4
2.1.2.4. Suelo.....	5
2.2. Marco teórico.....	6
2.2.1. Sistemas agroforestales.....	6
2.2.2. Las potencialidades de la agroforestería.....	8
2.2.2.1. Ventajas.....	8
2.2.2.2. Desventajas.....	9
2.2.3. Clasificación de los sistemas agroforestales.....	9
2.2.3.1. Sistemas agroforestales secuenciales.....	9
2.2.3.2. Agricultura migratoria.....	9
2.2.3.3. Sistema Taungya.....	9
2.2.3.4. Sistemas Agroforestales Simultáneos.....	10
2.2.4. Asociaciones en los sistemas agroforestales.....	10
2.2.4.1. Árboles con asociaciones de cultivos perennes.....	10
2.2.4.2. Árboles con asociaciones de cultivos anuales.....	10
2.2.4.3. Huertos caseros mixtos.....	11
2.2.4.4. Sistemas silvopastoriles.....	11
2.2.4.5. Asociaciones de árboles con pasto.....	11

2.2.4.6.	Pastoreo en plantaciones forestales y frutales.....	11
2.2.4.7.	Plantaciones en líneas.....	11
2.2.4.8.	Cercos vivos	12
2.2.4.9.	Cortinas rompe vientos	12
2.2.5.	Caracterización de sistemas agroforestales	12
2.2.6.	Parcelas permanentes.....	13
2.2.7.	Forma y tamaño de parcelas	13
2.2.7.1.	Parcelas circulares.....	13
2.2.8.	Muestreo intencional	14
2.2.9.	Variables cuantitativas y cualitativas forestales.....	15
2.2.9.1.	Variables cuantitativas	15
2.2.9.2.	Variables cualitativas	16
2.2.10.	Índice de Shannon-Wiener (H')	16
2.2.11.	Índice de valor de importancia (IVI)	17
2.2.11.1.	Densidad.....	18
2.2.11.2.	Frecuencia	18
2.2.11.3.	Cobertura	18
2.2.12.	Especie forestal	19
2.2.13.	Especies arbóreas encontradas en el trayecto de la investigación	19
2.2.13.1.	Melina " <i>Gmelina arborea</i> "	19
2.2.13.2.	Teca " <i>Tectona grandis</i> "	20
2.2.13.3.	Palo blanco " <i>Tabebuia donnell-smithii</i> "	21
2.2.13.4.	Caoba " <i>Swietenia macrophylla</i> "	22
2.2.13.5.	Cedro " <i>Cedrela odorata</i> "	24
2.2.13.6.	Canoj " <i>Couroupita guianensis</i> ".....	25
2.2.13.7.	Mundani " <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> "	26
2.2.13.8.	Chonte " <i>Sapium macrocarpum</i> "	27
2.2.13.9.	Cueje " <i>Inga spp</i> "	28
2.2.14.	Generalidades de <i>Theobroma cacao</i>	30
2.2.15.	Generalidades <i>Coffea arabica</i>	33
2.2.16.	Propiedades físicas del suelo	34

2.2.16.1. Factores que determinan la capacidad de uso del suelo	34
III. Objetivos.....	37
3.2. General	37
3.3. Específicos.....	37
IV. Materiales y métodos.....	38
4.2. Recursos humanos	38
4.3. Recursos físicos.....	38
4.4. Recursos económicos.....	39
4.5. Metodología	40
4.5.1. Determinación del área de estudio y búsqueda de datos de los sistemas agroforestales en registroforestal nacional	40
4.5.2. Establecimiento de los sistemas agroforestales de muestreo	40
4.5.3. Generación del mapa de ubicación de la muestra.....	40
4.5.4. Establecimiento de las parcelas de medición	41
4.6. Definición de las variables cuantitativas y cualitativas entre el componente forestal y agrícola.....	42
4.6.1. Variable cuantitativa	42
4.6.2. Variables cualitativas	43
4.7. Cálculo de los índices de diversidad (IVI y Shannon-Wiener H')	43
4.7.1. Índice de Valor de Importancia (IVI) fase de campo.....	43
4.7.1.1. Índice de Valor de Importancia (IVI) fase de gabinete	44
4.7.2. Índice de Shannon-Wiener (H')	46
4.8. Identificación de especies arbóreas de los SAF.....	47
4.9. Determinación de las propiedades físicas del suelo	47
V. Resultados y discusión	49
5.2. Ubicación del área de estudio	49
5.2.1. Análisis de información del área de estudio	51
5.2.1.1. Tipo de sistema agroforestal.....	51

5.2.1.2.	Tenencia de tierra	51
5.2.1.3.	Factores generales del café y cacao	51
5.2.1.4.	Manejo de los cultivos (café y cacao) en los SAF seleccionados	51
5.2.2.	Análisis de la importancia del componente forestal en los SAF	53
5.2.2.1.	Criterios para el establecimiento de las especies de sombra	54
5.2.2.2.	Edad de los árboles	55
5.2.2.3.	Regulación de sombra	55
5.3.	Análisis de las variables cuantitativas y cualitativas.....	56
5.3.1.	Finca Parraxé	56
5.3.2.	Finca Parcela Antonio.....	58
5.3.3.	Finca San Juan.....	59
5.3.4.	Finca Palofox.....	60
5.3.5.	Finca Chitalón.....	62
5.3.6.	Finca Carlos	63
5.3.7.	Finca Santa Cecilia.....	64
5.3.8.	Finca María del Carmen	65
5.3.9.	Finca San Lorencito.....	67
5.3.10.	Finca Buena Vista.....	69
5.3.11.	Finca Santa Elisa.....	70
5.3.12.	Finca Valdivia	71
5.3.13.	Finca Colima.....	73
5.3.14.	Finca Los Ángeles	74
5.3.15.	Finca El Retiro	76
5.4.	Análisis del Índice de Valor de Importancia e Índice de Shannon-W	77
5.4.1.	Índice de Valor de Importancia de los SAF evaluados	78
5.4.2.	Índice de Shannon-Wiener (H')	81
5.5.	Identificación y distanciamientos de especies arbóreas en los SAF	83
5.5.1.	Identificación de las especies arbóreas	83
5.5.2.	Distanciamiento de los sistemas agroforestales	84
5.5.2.1.	Componente de cultivo perenne (Cacao y Café)	85

5.5.2.2. Componente forestal.....	85
5.6. Análisis de las propiedades físicas del suelo	86
VI. Conclusiones	90
VII. Recomendaciones	92
VII. Referencias bibliográficas.....	93
IX. Anexos.....	104

Índice de tablas

Tabla	Pág.
1. Clasificación de grupos de las especies arbóreas.....	7
2. Materiales y equipo utilizado para toma de datos	38
3. Recursos económicos	39
4. Código para evaluar las propiedades físicas del suelo.....	48
5. Sistemas agroforestales evaluados.....	49
6. Componente arbóreo Parraxé	56
7. Componente agrícola Parraxé.....	57
8. Componente arbóreo Parcela Antonio	58
9. Componente agrícola Parcela Antonio.....	58
10. Componente arbóreo finca San Juan.....	59
11. Componente agrícola San Juan	59
12. Componente arbóreo Palofox.....	60
13. Componente agrícola Palofox	61
14. Componente arbóreo Chitalón	62
15 Componente agrícola Chitalón.....	62
16. Componente arbóreo Carlos	63
17. Componente agrícola Carlos.....	63
18. Componente arbóreo Santa Cecilia.....	64
19. Componente agrícola Santa Cecilia	64
20. Componente arbóreo María del Carmen.....	66
21. Componente agrícola María del Carmen.....	66
22. Componente arbóreo San Lorencito	67
23. Componente agrícola San Lorencito	67
24. Componente arbóreo Buena Vista	69
25. Componente agrícola Buena Vista.....	69
26. Componente arbóreo Santa Elisa	70
27. Componente agrícola Santa Elisa	70
28. Componente arbóreo Valdivia	71

29. Componente agrícola Valdivia.....	72
30. Componente arbóreo Colima	73
31. Componente agrícola Colima.....	73
32. Componente arbóreo Los Ángeles.....	74
33. Componente agrícola Los Ángeles	74
34. Componente arbóreo El Retiro.....	76
35. Componente agrícola El Retiro	76
36. Resultado del IVI de los SAF.....	79
37. Resultados de Shannon-Wiener en los SAF evaluados	82
38. No de especies encontradas en los SAF.....	84
39. Información sobre las propiedades físicas del suelo	86

Índice de figuras

Figura	Pág.
1. Mapa del departamento de Suchitepéquez	3
2. Croquis del sistema agroforestal con sus parcelas	41
3. Mapa de ubicación de los sistemas agroforestales	50
4. Perfil vegetativo finca Parraxé	57
5. Perfil vegetativo Parcela Antonio	59
6. Perfil vegetativo de la finca San Juan	60
7. Perfil vegetativo de finca Palofox	61
8. Perfil vegetativo de finca Chitalón	62
9. Perfil vegetativo finca Carlos	64
10. Perfil vegetativo de finca Santa Cecilia	65
11. Perfil vegetativo Finca María del Carmen	67
12. Perfil vegetativo de finca San Lorencito	68
13. Perfil vegetativo finca Buena Vista	70
14. Perfil vegetativo finca Santa Elisa	71
15. Perfil vegetativo finca Valdivia	72
16. Perfil vegetativo finca Colima	74
17. Perfil vegetativo finca Los Ángeles	75
18. Perfil vegetativo de Finca El Retiro	77
19. Número de individuos por nombre científico	78
20. Especies a. <i>Terminalia oblonga</i> y b. <i>Tabebuia donnell-smithii</i>	80
21. Resultado del Índice de Valor de Importancia	81
22. Mapa de uso de suelo de Suchitepéquez	88
23. Sistema agroforestal recepa de <i>Coffea arabica</i>	125
24. Toma de datos	125
25. SAF de <i>Coffea arabica</i> con asocio <i>Terminalia oblonga</i>	126
26. Entrevista a un productor	126
27. Toma de datos DAP	127
28. Café Bourbon	127

29. Sistema agroforestal de <i>Theobroma cacao</i>	128
30. SAF de <i>Coffea arabica</i> con banano y especies arbóreas.....	128

Resumen

Esta investigación presenta la primera caracterización de los sistemas agroforestales establecidos en el departamento de Suchitepéquez, el cual se realizó durante el período de mayo a agosto de 2021 en las áreas monitoreadas e inscritas en los diferentes programas forestales que brinda el Instituto Nacional de Bosques INAB, a la población general.

El método intencional fue empleado con el fin de seleccionar la comunidad de interés. Se caracterizaron 15 fincas ubicadas en nueve (9) municipios del departamento de Suchitepéquez. En cada una de las unidades productivas se muestrearon dos (2) parcelas de 1000 metros cuadrados (m^2) de área y un radio de 17.84 metros (m) cada una. Así mismo se evaluó en campo datos como diámetro al pecho (DAP), altura total, cobertura de copa, que sirvió para visualizar la estructura vertical de los sistemas agroforestales, a través de levantamientos de perfiles vegetativos. Por medio de la información recopilada se obtuvo el índice de valor de importancia e índice de Shannon-Wiener.

El propósito del estudio fue conocer la riqueza arbórea de los sistemas agroforestales (SAF) caracterizadas. De los quince (15) sistemas agroforestales activos en el departamento de Suchitepéquez, tres (3) fueron establecidos con el cultivo *Theobroma cacao* (cacao) y doce con *Coffea arabica* (café).

En algunos sistemas agroforestales los productores están implementando cambio de uso con el fin de conservar las asociaciones arbóreas. 30 parcelas fueron muestreadas y con los datos obtenidos en campo se pudieron elaborar los perfiles vegetativos, se obtuvo la especie arbórea con mayor índice de valor de importancia la cual fueron: *Tabebuia donnell-smithii* con 18.22%, a dando entender que esta especie es rentable, de fácil crecimiento y con mayor rendimiento maderable.

Se identificaron 29 especies forestales, en la mayoría de especies predominan las especies maderables tales como: volador (*Terminalia oblonga*), melina (*Gmelina arborea*), palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*).

Abstract

This research paper presents the first characterization of the agroforestry systems established in the department of Suchitepéquez, which was carried out during the period from May to August 2021 in the areas monitored and registered in the different forestry programs provided by the National Forest Institute INAB, to the general population.

The intentional method was used in order to select the community of interest. Fifteen farms located in nine (9) municipalities in the department of Suchitepéquez were characterized. In each of the productive units, two (2) plots of 1000 square meters (m²) of area and a radius of 17.84 meters (m) each were sampled. Data such as diameter at breast height (DBH), total height, canopy cover, which served to visualize the vertical structure of the agroforestry systems, were also evaluated in the field through vegetative profiles. The information collected was used to obtain the importance value index and the Shannon-Wiener index.

The purpose of the study was to determine the tree richness of the agroforestry systems (AFS) characterized. Of the fifteen (15) active agroforestry systems in the department of Suchitepéquez, three (3) were established with *Theobroma cacao* (cacao) and twelve with *Coffea arabica* (coffee). In some agroforestry systems, the producers are implementing a change of use in order to conserve the tree associations. Thirty plots were sampled and with the data obtained in the field, vegetative profiles were drawn up. The tree species with the highest index of importance value were: *Tabebuia donnell-smithii* with 18.22%, which means that this species is profitable, easy to grow and has a higher timber yield.

Twenty-nine forest species were identified, with the majority of species being predominantly timber species such as: volador (*Terminalia oblonga*), melina (*Gmelina arborea*), palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), mahogany (*Swietenia macrophylla*), cedar (*Cedrela odorata*).

I. Introducción

El Instituto Nacional de Bosques –INAB-, a través de los diferentes programas forestales que brinda a la población, ha logrado fomentar el desarrollo forestal mediante el manejo sostenible de los bosques. Para el INAB los sistemas agroforestales representan la oportunidad de incluir árboles en tierras que actualmente tienen un uso agrícola y pecuario, por lo que permite a los agricultores generar diversos productos y servicios, en una zona de tierra limitada.

Con el objetivo de conocer el estado actual, determinar el alcance, conocer los beneficios y tomando en cuenta que los sistemas agroforestales (SAF), son importantes y el incremento de la deforestación es masiva, se determinó caracterizar los sistemas agroforestales de los cultivos *Coffea arabica* y *Theobroma cacao*, inscritos, activos, establecidos en el departamento de Suchitepéquez y administrados por el Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

Se utilizó el método intencional que consistió en recabar información sobre las unidades productivas inscritas en los programas PINPEP y PROBOSQUE, siendo la condicionante para su inclusión en la investigación los siguientes parámetros: activos, con más de dos especies forestales, tomando en cuenta que los cultivos fueran café y cacao, y de fácil acceso.

Con la muestra seleccionada se procedió a realizar un estudio de campo en dos parcelas de cada sistema agroforestal para recopilación de información como: evaluación de diámetro, altura total y cobertura de copa de cada árbol que estuviera dentro del área de interés, donde se realizó perfiles vegetativos con el propósito de conocer la parte vertical de cada sistema agroforestal, evaluando las propiedades físicas (color, drenaje, pedregosidad), para conocer el estado actual del suelo.

Los sistemas agroforestales generan impactos positivos en el ambiente, ya que proporcionan servicios como mejoramiento de la fertilidad de los suelos, protección de cultivos, son cortinas rompe viento, restauración de tierras degradadas, conservación de agua y evitan la erosión del suelo. Si los sistemas agroforestales se diseñan y gestionan de manera adecuada pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático y su mitigación.

II. Revisión de literatura

2.1. Marco contextual

2.1.1. Información general del departamento de Suchitepéquez

Se encuentra en la Región VI o Región Sur- occidental. Se localiza en la latitud $14^{\circ} 32' 02''$ y en la longitud $91^{\circ} 30' 12''$. (MAGA,2017, pág. 02)

Limita al norte con los municipios de San Francisco Zapotitlán y Samayac (Suchitepéquez); al sur con los municipios de San Gabriel, San Lorenzo (Suchitepéquez) y el Océano Pacífico; al este con los municipios de San Gabriel y San Bernardino (Suchitepéquez); y al oeste con el municipio de Cuyotenango (Suchitepéquez). (MAGA, 2017, pág. 02)

Cuenta con una extensión territorial de 356 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 371.13 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. La distancia de esta cabecera municipal a la ciudad capital es de 165 kilómetros. Tiene una extensión territorial de 2,510 Km². (MAGA, 2017, pág. 02)



Figura 1 Mapa del departamento de Suchitepéquez
Fuente: Elaborado con base en datos proporcionados por INAB, 2021

2.1.2. Descripción ecológica de Suchitepéquez

2.1.2.1. Clima

El departamento se caracteriza por su clima cálido, de acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (2001, pág. 6).

El total de precipitación anual es de 3,284 milímetros y su mayoría es en la época de lluvia, la temperatura mínima es de 17°C y una máxima de 38°C. El mes más seco es enero, el más caluroso abril, la caída media de lluvia es en octubre, mes que tiene las mayores precipitaciones del año y el más frío es a mediados de diciembre. (Trujillo, 2005, párr. 32)

2.1.2.2 Hidrología

El departamento de Suchitepéquez posee diversidad de recursos naturales, según su hidrografía existen cinco ríos principales, dos lagunetas, y los esteros ubicados en las aldeas de Tahuexco, San José Churrirín y la Pampona; en la parte sur, existen cuatro playas: Chicago, Tahuexco, Chiquistepeque y San José Churrirín. (Valdez, 2010, pág. 22)

2.1.2.3. Bosques

En relación con las áreas boscosas, Valdez (2010, pág. 26), indica que Suchitepéquez se localiza en la planicie del litoral del océano Pacífico, tierras que en épocas precolombinas estaban cubiertas por bosques y poseían una riqueza de flora y fauna verdaderamente excepcional.

De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto Nacional de Bosques -INAB-, Suchitepéquez no cuenta con áreas de bosque protegidos; el objetivo de esta institución es la reforestación de bosques específicamente en las partes bajas donde se encuentran ubicadas las cuencas de los ríos Sis e Icán.

Según Robles (2005, párr. 4), de las investigaciones de campo que se han desarrollado en la costa sur, existen los siguientes tipos de bosques:

- Bosque mangle
- Bosque latifoliado
- Bosque muy húmedo subtropical cálido

2.1.2.4. Suelo

Según datos de la MAGA (2000, párr. 6), “El suelo que forma el municipio, es deorigen ígneo y limo arenoso/arcilloso.

a. Tipos de suelo

Los suelos del departamento de Suchitepéquez se encuentran integrados en el lado norte por la serie de suelos Samayac, Mazatenango y Champerico, en el lado sur predomina la serie Ixtán y arena de playa de mar, estos datos fueron obtenidos en el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- (2000, párr. 8), son descritos a continuación:

- Suelo Samayac
- Suelo Mazatenango
- Suelo Champerico
- Suelo Ixtán
- Suelo Suchitepéquez
- Arena playa de mar

b. Usos del suelo

Según MAGA (2013, pág. 32), los suelos del departamento se utilizan principalmente para la producción agrícola, dentro de las cuales se mencionan los siguientes: maíz (*Zea mays*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), maní (*Arachis hypogaea*), banano (*Musa x paradisiaca*), plátano (*Musa x paradisiaca*), piña (*Ananas comosus*), mango (*Mangifera indica*), cocotero (*Cocos nucifera*), sandía (*Citrullus lanatus*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cítricos y pastos cultivados; estas actividades corresponden al 85% del total de extensión territorial del departamento y existen otras actividades de producción forestal.

Según MAGA (2009, pág. 4), por el tipo de suelo que posee el departamento cuenta con plantaciones de árboles frutales como: mandarina (*Citrus reticulata*), papaya (*Carica papaya*), rambután (*Nephelium lappaceum*), limón (*Citrus limón*) y naranja (*Citrus x sinensis*); entre las flores exóticas las más apreciadas están: flor de nardo (*Polianthes tuberosa*) que se encuentra en las fincas privadas y flor maracas (*Zingiber spectabile*); ambas son utilizadas en arreglos florales.

Las condiciones adversas que enfrenta el entorno natural y la falta de implementación de medidas de protección de la vida silvestre, provocan pérdida de la flora. En la planicie costera las especies representativas son: árbol de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), melina (*Gmelina arborea*), teca (*Tectona grandis*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), laurel (*Cordia alliodora*), almendrón (*Bertholletia excelsa*), caoba (*Swietenia macrophylla*), guachipilín (*Diphysa americana*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), matilisguate (*Tabebuia rosea*), chonte (*Bactris gasipaes*) y cocoteros (*Cocos nucifera*). (MAGA 2009, pág. 5)

2.2. Marco teórico

2.2.1. Sistemas agroforestales

La agroforestería, es descrita como “el asocio de cultivos agrícolas con cultivos forestales en una misma área, para beneficio del hombre, su familia y el ambiente”, juega un papel importante como alternativa de uso de los recursos naturales en las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas, especialmente de aquellas cuya categoría de manejo incluye la participación de las comunidades. (Castañeda, 1997, pág. 14)

La agroforestería se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basada en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestas, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos. (Enriquez L., 2013, pág. 23)

A los productores les permite obtener en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas, al mismo tiempo es un medio para conservar especies forestales, ya que la agroforestería es amigable con el ambiente. (Salguero, 2007, pág. 12)

Tabla 1. Clasificación de grupos de las especies arbóreas

Grupo 1 Árboles con cultivo		Grupo 2 Árboles paraprotección			Grupo 3 Árboles en rodales compactos		Grupo 4 Árboles en potreros	
1	Dispersos	1	Cercas vivas o árboles encerco		1	Bosques de producción de madera	1	Árboles dispersos
2	Intercalado Sombra inicial Sombra permanente Cultivos secuenciales	2	Cortinas rompeviento		2	Bosques energéticos	2	Árboles en grupos
3	En callejones	3	Árboles en contorno		3	Banco de forrajes		
4	Líneas alternas	4	Barreras vivas		4	Huertos caseros		
5	Árboles	5	Estabilidad/recuperación de suelos					
		6	Protección de cauces y nacimientos					

Fuente: CATIE (2000, pág. 24)

Para Figueroa E.P. (2009, párr. 5), dentro de los sistemas agroforestales interactúan árboles con los cultivos agrícolas que se desean plantar, éstos tienen múltiples usos que satisfacen las necesidades de las personas brindando madera para construcción de viviendas, mejora de los microclimas, proporciona materia orgánica al suelo; pero también proporciona servicios adicionales como la fijación de nitrógeno, forraje para algunos animales, productos comestibles y sirve como reservorio de carbono.

Otra característica importante de los sistemas agroforestales, según CONAFOR (2009, pág. 34), es que se considera como manejo sostenible de la tierra, incrementando su rendimiento, diversificando la producción de cultivos y brindando recursos necesarios para satisfacer las necesidades de los productores sin afectar el recurso base del que depende el sistema.

Figuroa E.P. (2009, párr. 3), proporciona algunos objetivos primordiales de la agroforestería.

- Diversificar los cultivos.
- Recuperar suelos degradados.
- Mejorar el microclima.
- Reciclar nutrientes.
- Recuperar áreas desprovistas de bosques.
- Brindar alternativas a los productores, siempre y cuando se satisfaga sus necesidades cotidianas.

2.2.2. Las potencialidades de la agroforestería

De acuerdo a Figuroa E.P. (2009, párr. 23), las diferentes ventajas y desventajas que brindan las potencialidades de la agroforestería son:

2.2.2.1. Ventajas

- Permite producir bienes económicos.
- Microclimas mejorados.
- Protección de suelos
- Fijación de nitrógeno.
- Obtención de diferentes productos.
- Aumento de la producción y por ende aumento de los ingresos.
- Recuperación de áreas desprovistas de bosques.
- Protección de especies.

2.2.2.2. Desventajas

- Por la falta de tecnificación de los sistemas agroforestales puede disminuir la producción de los cultivos existentes en el sistema.
- Por la falta de ordenamiento de los cultivos puede obstaculizar la cosecha.
- Si no se conocen los requerimientos agronómicos de los cultivos que se poseen, los árboles pueden afectar en la producción.

2.2.3. Clasificación de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según la estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de producción.

2.2.3.1. Sistemas agroforestales secuenciales

Según Rivas (2005, pág. 120), los sistemas secuenciales, las cosechas y los árboles se turnan para ocupar el mismo espacio, los sistemas generalmente empiezan con cosechas agrícolas y terminan con árboles. La secuencia en el tiempo mantiene la competencia a un mínimo, los árboles en un sistema secuencial deben crecer rápidamente cuando los cultivos no lo están haciendo, deben reciclar minerales de las capas de suelo más profundas, fijar nitrógeno y tener una copa grande para ayudar a suprimir plantas indeseables.

2.2.3.2. Agricultura migratoria

Es un sistema en el cual el bosque se corta y se quema para cultivar la tierra por un periodo de 2 a 5 años; luego del periodo de cultivo continúa la fase de descanso o barbecho, que dura generalmente de 5 a 20 años. (S. Sharry, 2001, pág. 14)

2.2.3.3. Sistema Taungya

Según Figueroa E.P. (2009, pág. 40), el sistema Taungya es la asociación de árboles para madera, con cultivos como el maíz, frijol, calabaza, con el objetivo de minimizar los costos de las plantaciones forestales y que puedan obtener mejores ingresos; obteniendo madera en la etapa final.

2.2.3.4. Sistemas agroforestales simultáneos

Rivas (2005, pág. 121), menciona que, en un sistema simultáneo, los árboles y las cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al mismo tiempo en el mismo pedazo de terreno, estos son los sistemas en los cuales los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales, la competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios, los árboles en un sistema simultáneo no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente, para reducir la competencia, los árboles deben tener también raíces que lleguen más profundamente que las de los cultivos, y poseer un dosel pequeño para que no los sombreen demasiado.

2.2.4. Asociaciones en los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales conocidos como SAF, son asociaciones diversas de árboles, cultivos agrícolas, follajes o pastos y animales. Se basa en diferentes formas de cultivar la tierra con mecanismos variables y flexibles en concordancia, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña. De acuerdo a lo mencionado se presenta a continuación las asociaciones encontradas en la investigación.

2.2.4.1. Árboles con asociaciones de cultivos perennes

Según Wilkes (2006, pág. 118), los sistemas pretenden que los cultivos sean económicamente rentables, por lo que es necesario la implementación de árboles forestales con cultivos perennes; entre los más utilizados son: café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), té (*Camellia sinensis*) y cardamomo (*Elettaria cardamomum*).

2.2.4.2. Árboles con asociaciones de cultivos anuales

Estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra. Sin embargo, para esta misma categoría, para el caso particular de los sistemas de cultivos en callejones se puede utilizar especies que no toleren la sombra. Para esta clase de sistema se pueden utilizar cultivos como el maíz, frijol, soya o maní con árboles fijadores de nitrógeno. (Wilkes 2006, pág. 119)

2.2.4.3. Huertos caseros mixtos

Este sistema hace referencia a los huertos que se encuentran entorno a las casas de los productores para consumo propio. Para Martínez (2014, párr. 78), son mezclas con muchos estratos tales como: arbustos, maderables, cultivos perennes y animales, con la finalidad de generar variedad de productos comerciales y de uso doméstico.

2.2.4.4. Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles combinan el cultivo agroecológico de arbustos forrajeros en alta densidad para el ramoneo directo del ganado; emplean varios pastos tropicales seleccionados y muchas especies de árboles maderables o frutales. Este sistema requiere la oferta permanente de agua de buena calidad en bebederos móviles para los animales y sal mineralizada. (Trujillo E. 1990, pág. 15)

2.2.4.5. Asociaciones de árboles con pasto

Siendo la ganadería el objetivo principal, y en forma secundaria se encuentra la producción de leña y frutos que sirven como sombra y refugio para el ganado. (Figueroa E.P., 2009, pág. 12)

2.2.4.6. Pastoreo en plantaciones forestales y frutales

Figueroa E.P. (2009, párrafo 25), hace referencia de que puede ser en plantaciones de árboles de leña, maderable y frutales. Con este sistema se logra el control de malezas, y, a la vez, se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la plantación.

2.2.4.7. Plantaciones en líneas

Hace referencia a árboles plantados en los linderos. Es el establecimiento de una o más hileras de árboles y/o arbustos dentro de un predio. Otorgando protección a corrales, entre otros. (Montagnini, 2015, pág. 67)

En la producción vegetal el viento puede constituirse en un agente perjudicial por sus efectos mecánicos directos sobre el suelo, la vegetación y cultivos o bien modificando el microclima, incidiendo en la biología y la actividad de las plantas y por lo tanto en su rendimiento. (Montagnini, 2015, pág. 99)

2.2.4.8. Cercos vivos

Los cercos vivos con adecuado manejo son útiles para reemplazar las cercas de alambre, duran más tiempo y disminuyen los costos. Con cierta frecuencia es necesario podarlos y eliminar árboles viejos o que muestren enfermedad y reemplazarlos inmediatamente. (Trujillo E. 1990, pág. 34)

2.2.4.9. Cortinas rompe vientos

La finalidad de las cortinas forestales es para proteger cultivos agrícolas u otros de los vientos y/o plagas y enfermedades. Para Trujillo E. (1990, párr. 45), la cortina rompe vientos son el establecimiento de una o varias hileras de árboles dentro de un predio.

2.2.5. Caracterización de sistemas agroforestales

La caracterización agroforestal es un análisis que se basa en la teoría general de sistemas, la cual sugiere que para comprender la funcionalidad de un sistema es necesario conocer cada uno de los elementos que forman parte del mismo. (Enriquez L., 2013, pág. 3)

El rendimiento del sistema agroforestal se puede cuantificar como la relación entre las entradas y productos del sistema, que también puede ser visto como una medición de la eficiencia (relación beneficio/costo). La eficacia biológica o ecológica de un sistema depende en gran medida de su desempeño técnico, por ejemplo, por medio de la producción total de biomasa·ha-1. (Enriquez L., 2013, pág. 4)

2.2.6. Parcelas permanentes

Las parcelas permanentes de medición son el principal instrumento utilizado para el monitoreo de los principales indicadores de crecimiento y productividad, así como la diversidad forestal y su estructura. (Pineda A., 2014, pág. 16)

2.2.7. Forma y tamaño de parcelas

En un inventario forestal se puede utilizar cualquier tipo de parcelas para obtener estimaciones del volumen por hectárea o del volumen total de un bosque. En bosques homogéneos en cuanto a la variable que se quiere evaluar, el error de muestreo tiende a disminuir si se utilizan parcelas pequeñas; en bosques muy heterogéneos, por el contrario, el coeficiente de variación aumenta cuando se utilizan parcelas pequeñas. (Lorenzo JR, 2006, pág. 2)

Para Guatemala el tamaño apropiado de las parcelas, varía dependiendo de los objetivos de la investigación del producto final y de las variables a medir. (Salazar, 2008; citado por Orozco L.&, 2002, pág. 24)

Las parcelas pueden tener la forma que más convenga según el área donde se encuentre y tiempo disponible, de tal manera que se puede tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales e irregulares, aunque las tres formas geométricas que más se han utilizado en inventarios forestales son los siguientes: (FAO, 1999, pág. 6)

2.2.7.1. Parcelas circulares

Son las que más frecuentemente se usan en inventarios forestales en América del Norte, incluyendo a México, y del noroeste de Europa, especialmente Escandinavia y Finlandia, principalmente en bosques de clima templado y frío. Su gran popularidad radica en la relativa facilidad para delimitarlos y es más representativo tomando en cuenta que tienen el menor perímetro y por consiguiente el menor número de árboles límites ya que una vez establecida la posición de su centro basta con “lanzar” radios desde éste hacia la periferia.

Otros procedimientos, más seguros y eficientes, consisten en emplear distancia a metrosópticos o electrónicos que permiten determinar con rapidez y objetividad la posición de los árboles respecto al límite de la parcela. (Salazar, 2007, párr. 4)

2.2.8. Muestreo intencional

La necesidad de delimitar los grupos de estudio a través de la selección de una muestra, conocida como el subconjunto del universo o una parte representativa de la población, conformada a su vez por unidades muestrales que son los elementos objetos de estudio, se apoya del muestreo como herramienta de la investigación científica que tiene como principal propósito determinar la parte de la población que se debe estudiar. (Espinoza, 2016, pág. 14)

El muestreo intencional es una técnica de muestreo en la cual la persona a cargo de realizar la investigación se basa en su propio juicio para elegir a los integrantes que formarán parte del estudio. (Hund L., 2015, párr. 45)

Según Goto (2014, pág. 34), el muestreo intencional permite seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra sólo a estos casos. Se utiliza en escenarios en las que la población es muy variable y consiguientemente la muestra es muy pequeña. Por ejemplo, entre todos los sujetos con diversas características, seleccionar a aquellos que más convengan al equipo investigador, para conducir la investigación.

Hernández (2019, párr. 35), coincide con Goto (2014, pág. 34), que el muestreo intencional es un método que se caracteriza por buscar con mucha dedicación el conseguir muestras representativas cualitativamente, mediante la inclusión de grupos aparentemente típicos. Es decir, cumplen con características de interés del investigador, además de seleccionar intencionalmente a los individuos de la población a los que generalmente se tiene fácil acceso o a través de convocatorias abiertas, en el que las personas acuden voluntariamente para participar en el estudio, hasta alcanzar el número necesario para la muestra.

De acuerdo con Cocharn R.J. (1972, pág. 46), el muestreo intencional es cuando una persona selecciona la muestra procurando que sea representativa dependiendo tal representatividad de su intención u opinión, con lo que la evaluación es subjetiva. En este proceso no se produce una selección aleatoria de las muestras limitándose el muestreo a unidades que parecen ser representativas de la población que se considera.

Se obtiene información sobre esas unidades y con base en la misma se hacen estimaciones sobre las características de la población, de la siguiente manera: según Cocharn R.J. (1972, pág. 46):

- a. Aplicando criterio: el criterio de la persona que selecciona la muestra es importante, porque tiene perspectivas diferentes. No hay método objetivo por el que se prefiera una opinión de selección de muestra a otro.
- b. Muestreo sin norma: Es cuando se utiliza la representatividad de tal manera y sólo puede aspirar a ser medianamente satisfactoria en el caso de que la población sea homogénea.

2.2.9. Variables cuantitativas y cualitativas forestales

El uso de ambos tipos de variables es necesario para la caracterización o evaluación forestal, siempre y cuando se complementen y se elimine al máximo la carga de subjetividad.

2.2.9.1. Variables cuantitativas

Según FAO (2004, Pág. 16) en el campo forestal llegan ser aquellos datos observables que pueden cambiar y cuyo cambio o variación es representado por un "número". Entre las cuales están:

a. Diámetro altura pecho (DAP)

Se conoce como diámetro altura pecho (DAP) es la altura a la que se debe tomar la medida del diámetro del tronco. Dentro de la biometría forestal se ha convenido que sea a 1.30m del suelo, debido a que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona.

b. Altura total

Se refiere a la altura del árbol desde su base hasta el ápice, que se mide en decímetros, redondeado al decímetro inferior. Se realiza obligatoriamente, pero sólo en una muestra de los árboles de la parcela: se recomienda una intensidad de muestreo de 25% (uno de cada cuatro árboles).

c. Cobertura de copa

Es definida como la proyección ortogonal de las copas de los árboles sobre la superficie, es decir, hace referencia a la superficie del suelo que es cubierta por individuos de porte arbóreo de una o todas las especies.

2.2.9.2. Variables cualitativas

Según INAB (2021, párrafo 12) son todos aquellos componentes que se observan y puedan ser evaluados, los cuales son:

a. Identificación de las especies forestales

Es la técnica que se realiza en el campo a través de observar las diferentes características que el árbol muestra y de acuerdo a los conocimientos obtenidos se da el nombre correspondiente, o en algunos casos se hace una búsqueda en la guía de especies que la institución cuenta.

b. Forma y defecto del fuste

Es un código de forma que el INAB ya tiene implementado con el propósito de conocer más sobre la estructura física del árbol.

2.2.10. Índice de Shannon-Wiener (H')

Mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población. El índice H' aumenta a medida que: 1) aumenta el número de especies 2) los individuos se distribuyen homogéneamente. (CATIE, 1999, pág. 45)

El índice de Shannon se utiliza en agroforestería, porque permite sintetizar mucha información en una sola cifra. (CATIE, 1999, pág. 45)

Cuanto mayor sea el valor de H' , mayor será la diversidad de especies en una comunidad en particular. Cuanto menor sea el valor de H' , menor será la diversidad. Un valor de $H' = 0$ indica una comunidad que solo tiene una especie.

El índice de equidad de Shannon es una forma de medir la uniformidad de las especies en una comunidad. El término «uniformidad» simplemente se refiere a cuán similares son las abundancias de diferentes especies en la comunidad. (Mangurran, 1988, pág. 12)

2.2.11. Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. (Cottam & Curtis, 1956, pág. 10)

Curtis y McIntosh (1951), desarrollaron un índice de valor de importancia (IVI) que es el producto de la suma de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia asignado a cada especie, se calcula mediante la siguiente ecuación: Según Meza L., (2017, pág. 15)

$$IVI = (\text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Cobertura relativa})$$

Este índice resulta del valor promedio de la suma de los valores relativos de la abundancia, frecuencia y cobertura. El IVI es usado fundamentalmente para comparar diferentes comunidades, con base en las especies que obtienen los valores más altos y que se consideran son los de mayor importancia ecológica dentro de una comunidad en particular. (Matteuccis y Colma, 1982, pág. 23)

De acuerdo a lo que dictamina Matteuccis y Colma (1982, pág. 23), se debe de evaluar tres valores que determinarán el IVI por lo que se mencionan a continuación:

2.2.11.1. Densidad

La abundancia es el número de árboles por hectárea; se distinguen entre abundancia absoluta (número de individuos por hectárea) y abundancia relativa definida como la proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles.

2.2.11.2. Frecuencia

Se llama frecuencia a la cantidad de veces que se repite un determinado valor de la variable. Se consideran como frecuencia absoluta la regularidad de distribución de cada especie dentro del terreno y frecuencia relativa es el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes.

2.2.11.3. Cobertura

Es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo.

En el análisis forestal, se considera la suma de las proyecciones de las copas, las que resultan de las copas, las que resultan trabajosas y en algunos casos imposibles de medir por ello, generalmente, estas no son evaluadas, sino que se emplean, las áreas basales, calculadas como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia.

El valor del área basal, expresada en metros cuadrados para cada especie es la dominancia absoluta y la dominancia relativa es la participación en porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total. (Lamprech H., 1986, pág. 172)

Visto así, la dominancia permite medir la potencialidad del medio ambiente y constituye un parámetro muy útil para la determinación de las calidades de sitios, dentro de la misma zona de vida y comparativamente con otras. (Cárdenas, 2000, pág. 12)

2.2.12. Especie forestal

Se denomina especie forestal a toda especie o planta con hábito arbóreo y con tallo leñoso, que se puede encontrar en los bosques naturales y en plantaciones forestales. Pueden presentar usos alternos como la producción de resina, así como especias, sustancias básicas para la fabricación de compuestos y sus diferentes usos madereros. (INAB, 2016, pág. 45)

2.2.13. Especies arbóreas encontradas en el trayecto de la investigación

Las especies arbóreas que se mencionan a continuación fueron encontradas en campo en el proceso de recolección de datos para el desarrollo de la investigación.

2.2.13.1. Melina “*Gmelina arborea*”

a. Clasificación taxonómica

Según Roxb (1914, párr. 1), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Gmelina arborea</i>
Nombre común	Melina, gamhar
Reino	Plantae
Clase	Eudicotyledonea e
Orden	Lamiales
Género	Gmelina
Familia	Lamiaceae
Especie	Gmelina arbórea

b. Origen y distribución

Distribución amplia en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, desde el nordeste de Pakistán hasta el sudeste en Camboya, Vietnam, y el sur de la China. Ampliamente cultivada en el sudeste de Asia, la India, África tropical, Colombia, Costa Rica, Brasil, Venezuela, Trinidad, Belice, Cuba, y otros países de las regiones tropicales. (Roxb, 1914 pág. 23)

c. Descripción

Especie decidua de vida corta (30-50 años), de porte medio a alto, normalmente de hasta 30 m de altura, excepcionalmente hasta 40 m. Sistema radical profundo, superficial en suelos con capas endurecidas u otros limitantes de profundidad. Fuste marcadamente cónico, por lo regular de 50-80 cm de diámetro, en ocasiones de hasta 143 cm, sin contrafuertes, pero en ocasiones engrosado en la base. Corteza lisa o escamosa, marrón pálido a grisácea; en árboles de 6-8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece la nueva corteza, de color más pálido y lisa. Copa amplia en sitios abiertos.

Ramas gruesas. Ramillas glabras o pubescentes, espinosas o inermes. (Roxb, 1914 pág. 23)

2.2.13.2. Teca “*Tectona grandis*”

a. Clasificación taxonómica

Según L.K. Lour (1984, párr. 2) es la siguiente:

Nombre científico	<i>Tectona grandis</i>
Nombre común	Teca
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Género	Tectona
Familia	Verbenaceae
Especie	T. grandis

b. Distribución natural

Ampliamente distribuida desde la región centro-oriental de la India, hasta Laos, Camboya (Kampuchea), y Vietnam, en el sudeste del continente asiático. Introducida y naturalizada en Java y posiblemente las Filipinas y Puerto Rico. Ampliamente cultivada en los trópicos de todo el mundo. Su distribución natural se extiende entre los 12° y 25° latitud Norte, y en alturas que oscilan entre el nivel del mar y los 1.300 metros. (L.K. Lour, 1984 pág. 34)

c. Descripción

L.K. Lour (1984, pág. 34), la describe como una especie perenne, decidua, semidecidua en climas no estacionales, de porte alto, usualmente de 30 m de altura, excepcionalmente de hasta 50 metros. Sistema radical superficial, con frecuencia no sobrepasa los 50 cm de profundidad, y las raíces se pueden extender lateralmente hasta 15 metros desde el tronco. Fuste usualmente recto, en ocasiones limpio de ramas hasta alturas de 20 m o más, de hasta 150(-250) cm de diámetro, y de hasta 80 cm en plantación, en ocasiones acanalado y con contrafuertes pequeños cuando adulta. Corteza blanda, con ligeras grietas longitudinales, grisáceo-parda, blanquecina en su interior y con savia rojiza y pegajosa, de 1 — 1,5 cm de espesor. Ramas tetragonales.

También la describe, de hojas ampliamente ovadas, decusadas o ternadas, opuestas, verticiladas en plantas jóvenes, de (11-)25 – 50 cm de largo y (6-)15 – 37 cm de ancho, mucho más grandes en los rebrotes de tocón. L.K. Lour (1984, pág. 34)

2.2.13.3. Palo blanco “*Tabebuia donnell-smithii*”

a. Clasificación taxonómica

Según Rose (1982, párr. 2), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>
Nombre común	Palo blanco
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Género	Tabebuia
Familia	Bignoniaceae
Especie	T. donnell-smithii

b. Descripción botánica

De acuerdo a INAB (2017, pág. 45), la descripción botánica del palo blanco es: Un árbol deciduo mediano a grande que alcanza 20 a 35 m de altura, y diámetros de hasta 100 cm. Tronco recto, cilíndrico a ligeramente acanalado; ramas ascendentes, copa alargada caducifolia. Corteza externa lisa cuando joven a escamosa a mayor edad, de color pardo amarillento claro a gris amarillento, con abundantes lenticelas protuberantes. El grosor total de la corteza varía de 0.5 a 1 cm.

También la describe con hojas digitado-compuestas con 5-7 folíolos oblongos de 12 a 18 cm de largo, opuesto-decusadas (característica diferencial: 7 folíolos). Haz verde oscuro, envés verde pálido, ambas superficies glabras, márgenes dentados. Pecíolo de 15 a 20 cm de largo, cilíndrico. A las flores las describe, amarillas brillantes, de 2.0-2.5 cm de ancho, que se agrupan al final de las ramillas en panículas de hasta 35 cm de largo. (INAB, 2017, pág. 45)

2.2.13.4. Caoba “*Swietenia macrophylla*”

a. Clasificación taxonómica

Según King (1986, pág. 1), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Swietenia macrophylla</i>
Nombre común	Caoba, aguano
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Género	Swietenia
Familia	Meliaceae
Especie	Swietenia macrophylla

b. Descripción botánica

Para INAB, (2017, pág. 34) la descripción botánica de caoba es: Un árbol no deciduo, de 30 a 45 metros de altura y diámetro de 2 metros, aunque en ocasiones puede alcanzar 70 m y un diámetro a la altura del pecho de 3 metros. INAB (2017, pág. 35)

Fuste largo y recto, cilíndrico. La copa abierta y redonda tiene ramas gruesas y ascendentes, condensa follaje. Corteza fisurada, de color gris y textura lisa de joven, en árboles maduros se torna marrón oscuro y textura escamosa. Hojas agrupadas al final de las ramillas, de 16-40 cm de largo, no tienen crecimiento terminal, cada hoja tiene entre 3-6 pares de hojuelas opuestas. INAB (2017,pág. 35)

Flores de color blanco amarillento, de tamaño pequeño, su olor es agradable. Son unisexuales y el árbol es monoico. Sus frutos son cápsulas que al inicio tienen una forma ovoide y pasan a ser piriformes de 12-22 cm de largo y 6-10 cm de ancho. Cuando maduran y se secan se abren desde la base en cinco válvulas. INAB (2017, pág. 35)

c. Distribución geográfica de la especie

La caoba se extiende desde el sur de México, en la península de Yucatán, Belice, la costa Atlántica de Guatemala, Honduras y Nicaragua y hasta el norte de Costa Rica.

También se encuentra en el Pacífico de Panamá, en Colombia; Venezuela y en la Amazonia Peruana, boliviana y brasileña. En Guatemala, la caoba se encuentra en los departamentos de Petén, Alta Verapaz, El Progreso, Suchitepéquez y Quiché. INAB (2017, pág. 35)

d. Importancia de la especie en el país

Para INAB I. N., (2017, pág. 34), la caoba es una de las maderas más conocidas en Guatemala; de hecho, el país es el principal exportador de la región hacia los Estados Unidos importando un 70 % de la madera de caoba exportada por los Estados Unidos en 2011, con un valor de 6 millones de dólares, provenía de Guatemala. Esa actividad productiva y comercial ha generado 161,162 jornales. El área reforestada con incentivos forestales del PINFOR alcanzó 850.57 ha, entre los años 2007-2014; con PINPEP se establecieron 6.51 ha con sistemas agroforestales y se reforestaron 3.17 ha durante el mismo periodo. En ambos casos, la caoba fue una de las especies empleadas.

La caoba es una especie protegida por el CONAP y se encuentra en el listado de especies amenazadas en la categoría 3, no está en peligro de extinción, pero si continúa su mal aprovechamiento podría llegar a estar en peligro.

2.2.13.5. Cedro “*Cedrela odorata*”

a. Clasificación taxonómica

Según Farjon (1919, párr. 23), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Cedrela odorata</i>
Nombre común	Cedro, cedro americano
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Género	Cedrela
Familia	Meliaceae

b. Descripción botánica

Es un árbol de hasta 40 m de altura y 2 m de diámetro; deciduo, de copa amplia, follaje ralo y fuste cilíndrico. En suelos poco profundos desarrolla contrafuertes; en suelos fértiles, tiene raíces profundas de base acanalada. Los cedros de gran tamaño tienen un fuste recto, de 15 a 20 m de largo hasta la primera rama y contrafuertes estrechos. Los árboles jóvenes desarrollan fustes rectos, de corteza lisa y grisácea y copas estrechas y ralas. A medida que el árbol madura, aparecen fisuras verticales y la corteza se vuelve un tanto parda. (INAB I. N., 2017, pág. 58)

Hojas alternas, paripinnadas, sin estipulas; agrupadas al final de la rama; de 5 a 11 pares de folíolos opuestos, lanceolados a ovalados. Flores perfectas, de color blanco, agrupadas en racimos florales o panículas grandes de 30 a 50 cm, con cáliz irregularmente dentado. Unisexuales, con cinco pétalos pubescentes color crema verduzco. En flores femeninas las anteras son delgadas y el estigma es verde, globoso y capitado. (INAB I. N., 2017, pág. 59)

c. Distribución geográfica de la especie

Se encuentra desde el norte de México hasta Bolivia y el norte de Argentina, así como en las islas del Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de países latinoamericanos, a excepción de Chile. (INAB I. N., 2017, párr. 2)

d. Importancia de la especie en el país

La especie tiene, a nivel mundial, un mercado completamente desarrollado. De hecho, cedro y caoba son las maderas con mayor mercado a nivel mundial. Guatemala es el principal exportador de madera de la región hacia los Estados Unidos; así, en el 2011, las exportaciones de cedro de Guatemala a los Estados Unidos sumaron US\$0,4 millones. (INAB I. N., 2017, pág. 37)

El área reforestada con cedro mediante incentivos forestales del PINFOR alcanzó 1264 ha. entre los años 1998-2014, y un total de casi 240 mil jornales. Con PINPEP, entre 2007- 2014 se establecieron 233 ha en sistemas agroforestales y reforestación. (INAB I. N., 2017, pág. 37)

El cedro es una especie protegida por el CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). Según las categorías definidas por el CONAP, la especie se ubica en la categoría 2, la cual incluye a las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas). (INAB I. N., 2017, pág. 38)

2.2.13.6. Canoj “*Couropita guianensis*”

a. Clasificación taxonómica

Según Lower (1998, párr. 9), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Couropitaguianensis</i>
Nombre común	Canoj, bala de cañón
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Género	Couropita
Familia	Lecythidaceae
Especie	Couropita guianensis

b. Descripción botánica

Crece de 20-35 m de altura, hojas alternas, en espirales al final de las ramas, de 9-22 cm x 3-11 cm; haz glabro, envés pubescente. Flores, solo en tallos especiales en el tronco central, anaranjadas, escarlatas o rosadas formando racimos de 6 dm de largo. Producen frutos largamente esféricos, leñosos, de 15-24 cm de diámetro, conteniendo numerosas (200-300) semillas. (Lower, 1998, párr. 9)

c. Usos según Lower (1998, párr. 9):

- Uso medicinal

La pulpa frutal, corteza, flores se usan para curaciones, ya que tienen actividad antimicrobiana y antifúngica.

- Madera

Presenta duramen blanco a grisáceo blanquecino, o grisáceo castaño; albura similar al color del duramen. Peso específico de 400–600 kg/m³. Es una madera de porosidad difusa, útil para muebles y construcciones.

2.2.13.7. Mundani “*Acrocarpus fraxinifolius*”

a. Clasificación taxonómica

Según Wight & Arn (1985, pág. 15), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
Nombre común	Mundani o cedro rosado
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Género	Acrocarpus
Familia	Fabaceae
Especie	Acrocarpus fraxinifolius

b. Descripción

El cedro rosado es nativo del sur de la India; es una variedad de rápido crecimiento y muy útil para proyectos agroforestales. Es un árbol maderable por su consistencia y crecimiento. (INAB, 2017, pág. 5)

c. Características

Se cultiva en temperaturas de entre 19 °C a 35 °C, y suelos con un rango de pH de 4 a 8. Soporta períodos de sequía cortos. En estas condiciones puede alcanzar alturas hasta de 30 m, y de 80 cm a 1.10 m de diámetro. Es un árbol que resiste plagas y diversas enfermedades y, como su raíz es profunda (aproximadamente 4 m), se puede usar con cultivos asociados a partir del tercer año. Es también utilizado como árbol de sombra para las plantaciones de café. (INAB, 2017, pág. 45)

El cedro rosado es un cultivo renovable, ya que por su capacidad de rebrote soporta hasta cuatro cortes en su etapa maderable, que está comprendida entre los 7 a 10 años. Por lo tanto, es una plantación para 40 años, aproximadamente. (INAB, 2017, pág. 45)

d. Usos

El cedro rosado puede utilizarse en la fabricación de celulosa en su edad de tres años; y, a partir del cuarto año, su madera puede ser utilizada para cajas de empaque. Las maderas se comercializan por su variedad de vetas y colores, lo cual lo hace apto para la fabricación de muebles y todos los productos de la industria maderera, ya que su madera es muy durable, pesada, dura y compacta, es fácil de trabajar y apropiada para el torneado, tallado y pulido. (FAO, 2000, párr. 35)

2.2.13.8. Chonte “*Sapium macrocarpum*”

a. Clasificación taxonómica

Según Mull Arg (1915, pág. 35), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Sapiummacrocarpum</i>
Nombre común	Chonte o amatillo
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Género	Sapium
Familia	Euphorbiaceae
Especie	S. macrocarpum

b. Descripción

Este árbol mide de 8 a 35 m de alto. Sus hojas miden de 4 a 15 cm de largo y 1,5 a 4,5 cm de ancho, acuminadas en el ápice; los pecíolos miden 1 a 4 cm de largo, presenta glándulas apicales apareadas, cilíndricas, miden 1 metro de largo, las estípulas tienen forma deltoide. (Mull Arg, 1915, pág. 50)

Las flores se arreglan en inflorescencias terminales, solitarias, bisexuales, en su mayoría miden de 7 a 15 cm de largo; presenta de 7 a 10 flores estimadas por bráctea, son de color amarillentas, el cáliz mide de 2 a 2,5 mm de largo, filamentos 2 a 2,5 mm de largo; las flores pistiladas son sésiles, los sépalos miden de 1–3 mm de largo y el estilos 2–3 mm de largo. Los frutos son cápsulas más o menos piriforme, miden de 1,3–2 (–3) cm de ancho, estípites 3–8 mm de largo; las semillas en su mayoría miden de 6–8 mm de largo, capa externa de color blanquecina o rojiza. (Mull Arg, 1915, pág. 50)

2.2.13.9. Cujeje “Inga spp”

a. Clasificación taxonómica

Según M. Sousa (1993, pág. 46), es la siguiente:

Nombre científico	<i>Inga spp</i>
Nombre común	Cuchin ocujeje
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Género	Inga
Familia	Fabaceae
Especie	Inga spp

b. Descripción botánica

Árboles de 4 hasta 30 m de alto, con un diámetro de 1 m. Copa aplanada, amplia, muy extendida con follaje ralo, si dispone de espacio forma una copa abierta que produce una sombra ligera. Tronco recto. Ramas largas. Corteza gris pálida con lenticelas, más o menos lisa con algunos surcos finos; interna de color rosado a castaño y ligeramente amarga con las ramillas ferruginosa-tomentulosas, lenticelas en ángulo o camellones. Hojas 10-18, alternas, pinnadas y vellosas lanceoladas, deciduas, de 18 a 30 cm de largo pecíolos 0.3-2.0 cm largo, de redondos a alados,

arregladas en 2 hileras divergentes; raquis 7.0-11.0 cm largo, alado, margen liso, con ambas superficies ligeramente vellosas elíptica, folíolos de 3.5-6.0 cm largo por 1.5-3.5 cm ancho, lanceolados a ovados, ocasionalmente elípticos, haz opaco, cenizo a pardo amarillento, escamas denso en la nervadura principal, envés opaco. (M. Sousa ,1993, párr. 8)

c. Hábitat

Crece bien de 0 a 1800 msnm, preferiblemente con una temperatura media de 15°C. Es moderadamente resistente a períodos secos. Prefiere suelos profundos, bien drenados y requiere de suelos franco arcillosos a arcillosos; soporta suelos ligeramente ácidos con tendencia a la neutralidad. (M. Sousa ,1993, párr. 18)

Es común en la orilla de ríos y en hondonadas protegidas. Debido a que la planta tolera una gran variedad de tipos de suelo y a que posee cierta resistencia a la sequía, a menudo se le encuentra asociada con una gran variedad de especies forestales. (M. Sousa ,1993, párr. 25)

d. Usos

Se usa, además de fines ornamentales, para generar sombrío, para protección de cuencas, hacer postes, leña, carbón y alimento, pues la pulpa blanca y carnosa de las semillas es comestible y dulce. Además, las semillas son usadas por aborígenes amazónicos por sus propiedades narcóticas. El árbol se utiliza en reforestación y para dar sombra a cafetales y cacaoteros. La semilla de sus vainas es conocida como cuajinicuil, paterna, guajinicuil o simplemente jinicuil. (M. Sousa ,1993, párr. 29)

Sus vainas contienen una docena de semillas verdes las cuales son comestibles cocidas en agua con sal, preparadas de forma semejante a las alubias o frijoles, su sabor es similar al de los garbanzos. (M. Sousa ,1983, párr. 32)

2.2.14. Generalidades de *Theobroma cacao*

El cultivo *Theobroma cacao* es uno de lo más utilizados para la implementación de sistemas agroforestales, a continuación, se presentan generalidades del mismo.

a. Generalidades del cacao

Según Batista (2009, pág. 25), botánicamente, al cacao se le ha asignado la siguiente clasificación taxonómica:

División	Espermatofita
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Dicotiledónea
Orden	Malvales
Sub-orden	Malvinas
Familia	Esterculiáceas
Tribu	Bitneria
Género	Theobroma
Especie	Theobroma cacao

La planta del cacao normalmente alcanza una altura de entre 6 a 8 metros, con excepción del cacao del Ecuador y del amelonado de África Occidental, los que en ocasiones alcanzan alturas hasta unos 12 metros. La altura del árbol depende de factores ambientales que influyen en el crecimiento. Cultivado con alta luminosidad el tamaño es más reducido que con exceso de sombra. La temperatura, la lluvia, y la humedad relativa son factores climáticos de mayor consideración. En tal sentido, temperatura promedio anual entre 24.5 y 25.6 °C, la lluvia promedio anual de 1,200 mm, bien distribuida, y la humedad relativa de aproximadamente 80%, representan condiciones esenciales para el éxito del cultivo. (Godínez, 1996, pág. 34)

Las flores nacen en cojines florales ubicados en el tronco y ramas principales y salen donde anteriormente se encontraban las hojas. (Sánchez H., 2007, pág. 34)

La raíz de la planta del cacao es de tipo pivotante, logra penetrar alrededor de 2 metros de profundidad, en los primeros 25 centímetros de profundidad, poseen raíces secundarias que crecen hacia los lados; sin embargo, en los clones de cacao no poseen raíz pivotante, sino únicamente laterales y una de ellas se comporta como tal para lograr el anclaje del árbol. (Sánchez H., 2007, pág. 34)

b. Requerimientos ambientales del cacao

Según IICA (2017, pág. 23), los requerimientos ambientales del cacao son los siguientes:

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C, ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura. La temperatura determina la formación de flores a 25 °C, la floración es normal y abundante.

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua, pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

c. Manejo agronómico del cultivo del cacao

Ducke W. (2012, pág. 5), menciona las siguientes generalidades del cacao:

Las deshieras: inician a partir de la siembra del cacao y de los sombríos, se debe mantener libre de malezas la zona de la planta (el plato) y evitar el desarrollo de arvenses que compitan con el cultivo.

También indica que las podas de formación, se deben limitar a la eliminación de chupones, ramas entrecruzadas y agobiadas o con crecimiento hacia el suelo, procurando una adecuada arquitectura y balance del árbol que le permita maximizar su área productiva. Este tipo de poda se realiza durante los dos primeros años del cultivo. (Ducke W., 2012, pág. 5)

Así mismo señala, que la poda de mantenimiento consiste principalmente en podas laterales y de altura para evitar entrecruzamiento y crecimiento excesivo del árbol de más de 3.5 m; complementada con la eliminación de ramas con tendencia hacia el suelo, quebradas, entrecruzadas y enfermas. Estas podas se deben hacer al final de las épocas secas, cuando el árbol no tenga producción de frutos pequeños o pepinos que generalmente coinciden con los meses de febrero, marzo, julio y agosto, en zonas con régimen de lluvia bimodal. Podar facilita el control de plagas y enfermedades y permite transitar con facilidad por el cultivo para los procesos de manejo y cosecha. Una poda a destiempo reduce la producción y desgasta los árboles, pues obliga al árbol a rebrotar y cambiar follaje. (Ducke W., 2012, pág. 5)

d. Variedades de cacao

De acuerdo con Andrade (2009, pág. 78), el cacao es originario de la cuenca de las amazonas, en las zonas comprendidas entre Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, ya que ahí es donde se han encontrado más variedades, y da a conocer las siguientes características:

Por su origen y características genéticas, cacao se clasifica en:

- Forastero: se les llaman amazónicos por encontrarse distribuidas en la cuenca del río Amazonas y sus afluentes. Las mazorcas poseen forma de cuello de botella en la base. Las almendras son aplanadas y pequeñas con cotiledones de color morado. (pág. 78)
- Criollo: se origina en Centroamérica, Colombia y Venezuela. Sus frutos son de cáscara suave con 10 surcos. En cuanto a sus semillas, son dulces y de color que va de blanco a violeta. De esta variedad se produce el cacao de mejor calidad. (pág. 78)
- Trinitario: proviene de la combinación de la variedad criolla y el forastero, esta variedad es considerada como la más rústica y resistente a enfermedades y se ha adaptado de una forma mejor a diferentes ambientes. (pág. 78)

e. Tipos de sombras según Paredes (2009, pág. 34)

Existen diversos tipos de sombras en las especies arbóreas, se mencionan las que se llegaron a observar en campo.

- Temporal o de transición: tiene como objetivo proteger las plantas de cacao durante los primeros tres años. (pág. 34)
- Permanente: tiene como objetivo brindar la sombra necesaria para el mantenimiento del cultivo hasta los 30 años de producción, variando en razón de la edad de rotación de los árboles forestales, además deberá brindar su protección y producción de la madera u otros bienes a largo plazo. (pág. 34)

2.2.15. Generalidades *Coffea arabica*

El cultivo *Coffea arabica* es uno de los más utilizados para la implementación de sistemas agroforestales, a continuación, se presentan generalidades del mismo.

El café es conocido mundialmente como *Coffea spp*, el género posee más de 100 especies, de ellas solo se cultivan comercialmente tres especies: *C. arábica* L., *C. canéphora* Pierre ex – froehner y *C. libérica* Bull ex – Hiern. (Alvarado R., 2007, pág. 23)

Mora (2008, pág. 89), da a conocer la clasificación taxonómica del café:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Sub- división	Angiosperma
Clase	Magnoliata
Sub-clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Género	<i>Coffea</i>
Especie	Arábica, canéphora, libérica

Morfológicamente la planta de café posee como casi todas las plantas comunes, raíces, tallo, ramas o bandolas, hojas, flores y frutos con semillas. Sus sistemas radicales están compuestos por raíces pivotantes, de sostén, raicillas y laterales, por otro lado, su tallo es leñoso y erecto de longitud variable de acuerdo al clima y la variedad. Las flores del café crecen en las axilas, son color blanco y olor muy agradable, sus frutos son de color verde en sus primeras etapas cambiando al rojo intenso cuando está maduro. (Alvarado R., 2007, párr. 45)

El café como todo cultivo prefiere ciertas condiciones climáticas para su desarrollo, entre ellas está la altitud que incide en forma directa sobre la temperatura y la precipitación.

La altitud a la que puede encontrarse está entre los 500 y 1.700 msnm (café de calidad superior a partir de los 800msnm); la precipitación que más le favorece se encuentra en parámetros no menores a los 1.000 mm anuales y no mayores a los 3.000 mm anuales con periodos bien definidos, en cuanto a la temperatura los rangos de confort se ubican entre los 17 a 23 C°, la humedad relativa debe ser superior al 85% esto porque la planta del café tiene su origen en el sotobosque etíope. (ICAPE 2011, párr. 14)

2.2.16. Propiedades físicas del suelo

Sistema natural desarrollado a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos bajo la influencia del clima y del medio, se diferencia en horizontes y suministra, en parte, los nutrimentos y el sostén que necesitan las plantas, al contener cantidades apropiadas de aire y agua. (Fassbender, 2012, pág. 35)

2.2.16.1. Factores que determinan la capacidad de uso del suelo

Según INAB (2020, pág. 24) entre los factores que se consideran como determinantes están:

a. Pendiente

Se refiere al grado de inclinación de los terrenos (unidades de tierra) expresado en porcentaje. Los rangos de pendiente son variables dentro de cada una de las regiones naturales. (pág. 24)

b. Profundidad efectiva del suelo

Se refiere a la profundidad máxima del suelo susceptible de ser penetrada por sistemas radiculares de plantas, nativas o cultivadas, dentro de toda la gama de usos agropecuarios y forestales posibles. (pág. 24)

c. Pedregosidad

Se refiere a la presencia de fracciones mayores a las gravas (0.045 metros de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil del mismo.

Incluye afloramientos rocosos, ya sea de materiales de origen o transportados como materiales aluviales. Los criterios para definir a este factor como limitante o no, son los siguientes: (pág. 24)

1. Pedregosidad superficial no limitante

- Libre o ligeramente pedregosa: Con ninguna o muy pocas rocas de tamaño pequeño dispersas sobre el suelo (menos del 5% de la superficie). (pág. 24)
- Moderadamente pedregosa: Con pocas rocas distribuidas sobre la superficie (entre 5% y 20%). (pág. 24)

2. Pedregosidad superficial limitante

- Pedregosa: Rocas distribuidas sobre el área o en grupos cubriendo del 21% al 50%. (pág. 24)
- Muy pedregosa: Rocas de todo tamaño cubriendo un 50 a 90% de la superficie. (pág. 24)

d. Drenaje

Se refiere a la facilidad con la que el agua se infiltra y/o percola en el interior del perfil del suelo. Su cualificación se hace a través de indicadores del drenaje como: presencia directa de capas de agua sobre la superficie del terreno, procesos de reducción dentro del perfil del suelo (moteados grisáceos), clase textural, presencia de capas endurecidas. (pág. 24)

1. No limitante

- Excesivo: Suelos porosos como las arenas o las laderas pronunciadas que permiten un escurrimiento inmediato del agua. (pág. 25)
- Bueno: Suelos cuya estructura física o pendiente moderada permiten un escurrimiento del agua en pocas horas. (pág. 25)
- Imperfecto: Suelos con alto porcentaje de arcilla o capas freáticas y pendientes ligeras que no permiten el escurrimiento en un día. (pág. 25)

2. Limitante

- Pobre: Suelos con alto porcentaje de arcilla, capas freáticas cerca de la superficie del suelo y pendientes suaves o planas que impiden el escurrimiento por varios días. (pág. 25)
- Nulo o cenegado: Suelos con las capas freáticas a nivel del suelo, o por encima, durante períodos de varias semanas a meses. El color del suelo es generalmente gris. (pág. 25)

III. Objetivos

3.1. General

- Caracterizar los sistemas agroforestales de los cultivos "*Coffea arabica* - *Theobroma cacao*", establecidos en el departamento de Suchitepéquez y administrados por el Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

3.2. Específicos

- Definir las variables cuantitativas y cualitativas entre el componente forestal y agrícola de los sistemas agroforestales definidos.
- Obtener los valores de índice de valor de importancia y el índice de Shannon-Wiener en los escenarios en cuanto la estructura vertical de las especies arbóreas de los sistemas agroforestales evaluados.
- Identificar las diferentes especies arbóreas encontradas y los distanciamientos en los cuales se encuentran los sistemas agroforestales de estudio.
- Determinar las propiedades físicas del suelo en donde se establecen los sistemas agroforestales de estudio.

IV. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación se usaron diferentes recursos que se dan a conocer a continuación:

4.1. Recursos humanos

- Estudiante de Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería en Gestión Ambiental Local –EPSIGAL–.
- Coordinador técnico de la región IX-Mazatenango, del Instituto Nacional de Bosques –INAB–.
- Técnico forestal de la subregión de Suchitepéquez.
- Docente-asesor de EPS-IGAL

4.2. Recursos físicos

Los materiales y equipos que se utilizaron para el desarrollo de la investigación son:

Tabla 2 Materiales y equipo utilizado para toma de datos

Tipo de recurso		No	Descripción
Físicos	Equipo	1	Cinta diamétrica
		2	Cinta métrica de 50 m
		3	Cinta métrica de 3 m
		4	Hipsómetro sunto
		5	Brújula
		6	GPS
		7	Cámara fotográfica/ celular
		8	Computadora
		9	Internet
		10	Memoria USB
		11	Machete
		12	Pala jardinera
	Materiales	13	Impresiones de entrevistas
		14	Fotocopias de boletas de campo
		15	Cuaderno de campo
		16	Lápiz

Fuente: Elaborado con base en marco metodológico del segundo Inventario Forestal Nacional, 2021

4.3. Recursos económicos

Los recursos económicos utilizados en el transcurso de la investigación, fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

Tabla 3 Recursos económicos

Tipo de recurso	#	Recurso	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario Q.	Costo total Q.
Humanos	1	Mano de obra	8 semanas	40 días	15.00	600.00
	1	Gasolina	Galón	9	30.00	270.00
	2	Cinta diamétrica	Unidad	1	300.00	300.00
	3	Cinta métrica de 50 m	Unidad	1	225.00	225.00
	4	Cinta métrica de 3 m	Unidad	1	80.00	80.00
	5	Hipsómetro sunto	Unidad	1	1,200.00	1,200.00
	6	Brújula	Unidad	1	200.00	200.00
	7	GPS	Hora	80	30	2,400.00
Físicos	8	Cámara fotográfica/celular	Unidad	1	500.00	500.00
	9	Computadora	Hora	75	6.00	450.00
	10	Internet	Hora	45	4.00	180.00
	11	Memoria USB	Unidad	1	50.00	50.00
	12	Machete	Unidad	1	75.00	75.00
	13	Pala jardinera	Unidad	1	20.00	20.00
	14	Impresiones de entrevistas	Unidad	15	1.00	15.00
	15	Fotocopias de boletas de campo	Unidad	50	1.00	50.00
	16	Cuaderno de campo	Unidad	1	12.00	12.00
	3	Lápiz	Unidad	1	2.00	2.00
Total					6,617.00	

Nota: Elaborado con base en datos proporcionados por el INAB, 2021

4.4. Metodología

Se implementó una metodología para el desarrollo de la investigación y se dividió por fases que se presentan a continuación.

4.4.1. Determinación del área de estudio y búsqueda de datos de los sistemas agroforestales en registro forestal nacional

Con el fin de determinar la población en la que se centró la investigación, se recolectó la información en el portal del registro forestal nacional (RFN), sobre la base de datos de los sistemas agroforestales café y cacao que están establecidos, inscritos y activos en la subregión de Suchitepéquez (IX-I) del Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

Se hizo una depuración de datos, en donde se obtuvo la comunidad de interés. Centrándose la investigación en los 37 SAF, *Coffea arabica* / *Theobroma cacao* activos en el departamento.

4.4.2. Establecimiento de los sistemas agroforestales de muestreo

Se tomó en cuenta el total de los 37 sistemas agroforestales activos, donde a través de un muestreo intencional el cual es un método que se caracteriza que el investigador seleccione directa e intencionadamente los individuos de la población. Además, este procedimiento al utilizar como muestra los sujetos a los que se tiene fácil acceso, por lo que se escogió una muestra representativa para la investigación la cual consta de 15 sistemas agroforestales, los cuales cumplían los parámetros tales como: sin cambio de uso, con más de dos asociaciones arbóreas y que el área fuera apta para desarrollar la investigación.

4.4.3. Generación del mapa de ubicación de la muestra

Se realizó en el Software especializado ArcGis el mapa de ubicación de las fincas que formaron parte de la investigación para visualizar los puntos de localización de cada uno de los SAF, utilizando las que se encontraron en los expedientes de cada sistema agroforestal proporcionados por la subregión IX-1 del INAB.

4.4.4. Establecimiento de las parcelas de medición

Se aplicó un muestreo dirigido con parcelas circulares de 1000 metros² de acuerdo a lo que determina el INAB (2020, pág. 3) para la evaluación de sistemas se levantaron 2 parcelas por cada sistema agroforestales, con un radio de 17.84 metros c/u que se determinó con la siguiente formula que establece el INAB (2012, pág. 33):

$$(m)= \frac{\sqrt{\text{Tamaño de la parcela (m}^2)}}{\pi}$$

Se eligió este tipo de parcelas, ya que ha demostrado ser eficiente de acuerdo a lo que establece el INAB (2020, pág. 4), por tener el menor perímetro, representativas y adecuadas para establecerlas en dichos sistemas agroforestales.

Consistió en registrar, y levantar la información dasométrica (cuantitativa) y otra de interés (cualitativa), relativa a los árboles cuyo diámetro (DAP) es igual o mayor que un ángulo fijo de intercepción, teniendo como vértice el centro de la parcela de muestreo.

En cada sistema agroforestal que formó parte de la investigación, se establecieron dos parcelas muestrales donde por cada parcela se identificó de forma sistemática el punto de muestreo. La primera parcela se identificó eligiendo aleatoriamente un árbol de referencia que estuviera en el centro de la misma, al estar establecida se hizo un recorrido en línea recta en línea recta dirigiéndose a colocar la segunda a 300 a 600 metros de distancia entre cada una para abarcar la mayor parte de la plantación.

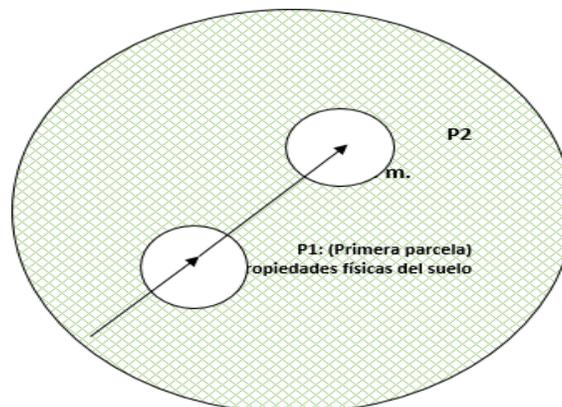


Figura 2 Croquis del sistema agroforestal con sus parcelas
Fuente: Elaborado con base a datos obtenidos en campo, 2021

4.5. Definición de las variables cuantitativas y cualitativas entre el componente forestal y agrícola

De acuerdo a los sistemas agroforestales definidos, en el proceso de toma de datos se establecieron dos factores esenciales los cuales son: cuantitativas y cualitativas, con el fin de definir el componente forestal y agrícola.

Para ello se redactaron tres boletas que fueron utilizadas en la recolección de información en campo. Con el fin de obtener la información antes mencionada para la elaboración de perfiles vegetativos. (Véase pág. 105 a 107)

A continuación, se muestra la metodología que fue brindada por Rodríguez (2005, párrafo 100), para la evaluación de estas variables.

4.5.1. Variable cuantitativa

a. Medición del DAP:

Se midió el 100% de los diámetros de los árboles dentro de las parcelas establecidas de cada sistema agroforestal, a una altura de 1.3 m desde la base del fuste, midiendo con una cinta diamétrica alrededor del árbol.

b. Medición de la altura total:

Para la medición se utilizó el hipsómetro sunto, midiendo el 100% de los árboles dentro de cada parcela muestreada. La medición de la altura del árbol se realizó desde la base, a una distancia de 15 m, con una cinta métrica, observando la base y el ápice del árbol.

c. Cobertura de copa:

Utilizando una cinta métrica se observaron los ejes de las ramas que sobresalían de cada árbol, para tener el dato correspondiente.

d. Cobertura de copa:

Para la medición de copa en el cultivo agrícola (café y cacao), utilizando una cinta métrica se observaron los ejes de las ramas que sobresalían de cada cultivo y se obtuvo el dato.

e. Medición de altura total:

Para la medición del cultivo de café y cacao se utilizó una cinta métrica, midiendo la base y el ápice de cada cultivo.

f. Perfil vegetativo

Con los datos recolectados en campo se realizaron quince perfiles vegetativos de cada sistema agroforestal caracterizados en el software especializado AutoCAD.

4.5.2. Variables cualitativas

a. Identificación de la especie forestal

Se observó cada árbol, y se revisó la base de datos ya existente de los sistemas agroforestales para corroborar la especie.

b. Forma y defecto del fuste

Por medio de códigos de forma y defectos del fuste los cuales se presentan a continuación:

((a) recto y sin defecto (b) bifurcado (c) quebrado (d) sinuoso (e) inclinado (f) torcedura basal).

Se evaluaron las características físicas de los árboles como el estado de copa, el fustey la forma general, evaluando los diferentes SAF de cada parcela bajo estudio.

4.6. Cálculo de los índices de diversidad (IVI y Shannon-Wiener H')

4.6.1. Índice de Valor de Importancia (IVI) fase de campo

Con la finalidad de facilitar la estructura del sistema agroforestal de café y cacao, se esquematizó en una parcela específica el perfil de la unidad de muestreo correspondiente, trazando un transecto lineal de 35.68 metros largo, con orientación del sur a norte. Esto sirvió para la realización del perfil vegetativo de cada sistema agroforestal que fue parte del estudio.

Obteniendo la línea del transecto, se procedió a tomar los datos arbóreos y agrícolas de ambos lados (derecho e izquierdo), utilizando una cinta diamétrica (árboles) y una métrica (cultivos)

Se realizó de la siguiente manera:

a. Especie

Se identificó por nombre común los especímenes arbóreos dentro del transecto elaborado en cada parcela de estudio.

b. Diámetro

Se tomó la medida de diámetro a la altura del pecho (DAP), aproximadamente de 1.30 m sobre el nivel del suelo, se evaluó los árboles que se encuentren en la línea del transecto.

c. Altura

Se estimó la altura de los especímenes registrados, del suelo a la rama más alta de la copa.

d. Cultivos

Se registró la presencia de cacao o café, donde se tomaron datos como: altura total del cultivo, diámetro de copa.

e. Observaciones:

Se anotaron características generales que se visualizaron en el transecto. Obteniendo estos datos en campo se realizaron los perfiles vegetativos que se muestran en la sección: análisis de la estructura y composición de los SAF caracterizados, esto fue fundamental para conseguir la información que sirvió para la elaboración de Índices de valor de importancia ya través de ello se obtuvo el índice de shannon wiener. Los datos obtenidos se muestran en la pág. 77, (apartado 5.3. en adelante)

4.6.1.1. Índice de Valor de Importancia (IVI) fase de gabinete

El índice de valor de importancia (IVI), es una forma precisa y óptima para lograr evaluar la vegetación y cobertura de un ecosistema determinado, en este caso se utilizó con el objetivo de conocer la diversidad existente en los sistemas agroforestales.

Para poder efectuar el análisis de la vegetación se utilizaron las siguientes ecuaciones, según Rodríguez (2005 pág. 34)

a. Densidad: Esta variable permitió conocer el número de individuos en un área determinada. Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$\text{Densidad por especie} = \frac{\text{No de individuos por spp}}{\text{Área total evaluada (m2)}}$$

$$\text{Densidad relativa por especie} = \frac{\text{Densidad de la spp}}{\Sigma \text{ de cobertura de todas spp}} * 100$$

- b. Frecuencia:** Se determinó esta variable para conocer la probabilidad de encontrar cada especie en las unidades muestrales particulares. Las fórmulas para la estimación fueron las siguientes según Rodríguez (2005, pág. 37):

$$\text{Frecuencia por spp} = \frac{\text{No unidades muestrales donde estuvo presente la spp}}{\text{No total de unidades muestrales levantadas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa por spp} = \frac{\text{Frecuencia de la especie}}{\Sigma \text{ de frecuencia de todas las spp}} * 100$$

- c. Cobertura:** Las fórmulas utilizadas son las siguientes según Rodríguez (2005, pág. 37):

$$\text{Cobertura por spp} = \frac{\Sigma \text{ del área basal por especie}}{\text{Área total evaluada (Has)}}$$

$$\text{Cobertura relativa por spp} = \frac{\text{Cobertura de la spp}}{\Sigma \text{ de cobertura de todas las spp}} * 100$$

d. **Índice de valor de Importancia** según Rodríguez (2005, pág. 38):

(Vegetación Arbórea y arbustiva) = (Densidad relativa + Frecuencia relativa + Cobertura relativa) / 3.

De acuerdo a la tabla que establece Rodríguez (2005, pág. 26), se presentaron los resultados obtenidos en campo de cada sistema agroforestal evaluado.

No	Especie	Dr (%)	Cr (%)	Fr (%)	IVI (%)
1					

4.6.2. Índice de Shannon-Wiener (H')

Se evaluó el índice de Shannon-wiener, con el propósito de conocer la uniformidad de valor de importancia a través de las especies de la muestra. Por lo que por ello se utilizó la siguiente formula, en la cual los individuos seleccionados al azar y las especies representadas en población adquieren valores entre cero, cuando existe una sola especie, y algoritmo de S cuando las especies estén representadas por el mismo individuo. Según Suri (2013, párr. 2), de la siguiente manera:

$$H' = - \sum * pi \ln pi$$

Donde:

H' = Índice de Shannon- Wiener

\ln = logaritmo natural (loge)

pi = abundancia proporcional de la especie.

Resulta obtener el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Nota: el índice Shannon-Wiener se realizó de forma general en los 15 sistemas agroforestales (véase los resultados en la pág. 82).

4.7. Identificación de especies arbóreas de los SAF

Un 80% de las especies forestales fueron identificadas directamente en campo, esto debido a que se contaba con el registro de especies de cada sistema agroforestal evaluado, y de forma sistemática se observó las características respectivas de las especies de acuerdo a lo que especifica la guía taxonómica proporcionada por el INAB, en tanto que otras de las especies forestales que se recolectaron llegaron ser definidas con consultas con personal técnico del INAB u otras ocasiones se hizo revisiones bibliográficas según fuera el caso.

Los arreglos y distanciamientos se identificaron por medio de la entrevista que se realizó a los representantes de cada sistema agroforestal. Así mismo se confirmó en campo para verificar las medidas que fueron brindadas.

4.8. Determinación de las propiedades físicas del suelo

Se realizó una calicata de 30 x 30 cm de ancho y largo con una profundidad de 30cm, dentro del área de una parcela por cada sistema agroforestal, por lo que se hicieron quince calicatas en toda la investigación.

En cada una se determinó las propiedades físicas como: la textura del suelo, drenaje, pedregosidad y color. Estos fueron evaluados con base a los códigos del suelo utilizados en Inventario Forestal Nacional 2021 -IFN-, (tabla 4). Todo ello se realizó con el método de observación.

En caso de que dentro del sistema agroforestal ya existiera algún corte elaborado por actividad humana o de forma natural se procedió a evaluar las características en ese sitio.

Tabla 4 Código para evaluar las propiedades físicas del suelo

DRENAJE (11)	
Código	Significado
1	Excesivo
2	Bueno
3	Imperfecto
4	Pobre
5	Nulo
COLOR (12)	
Código	Significado
1	Negro
2	Café
3	Rojo
4	Gris
5	Blanco
PEDREGOSIDAD (13)	
Código	Significado
1	< 5%
2	5 – 20%
3	21 – 50%
4	51 – 90%
5	91 – 100%

Fuente: Elaborado con base en el marco metodológico del segundo Inventario Forestal Nacional, 2021, pág. 62

De acuerdo a la información brindada anteriormente a continuación se muestra un resumen de las propiedades físicas del suelo:

- a. Drenaje:** es la facilidad con la cual el agua se infiltra y/o percola en el interior del perfil del suelo, está relacionado con la textura del suelo, a mayor presencia de arcillas menor calidad de drenaje por la facilidad de compactación de este tipo de texturas. Se registra según el código 11.
- b. Color:** observe el horizonte A y elija la opción que más se asemeje según el código 12.
- c. Pedregosidad:** se refiere al porcentaje de cobertura de piedras Manual de campo para el Inventario Forestal Nacional de Guatemala 63 o gravas mayores a 0.045 mde diámetro, más o menos de tamaño de una moneda de 10 centavos, sobre la superficie del suelo y/o dentro de la primera capa de suelo, se registra este dato según el código 13.

Para las variables de drenaje y pedregosidad se requiere de la opinión del criterio técnico, todo ello se determinó por la observación que se realizó en cada una de las áreas estudiadas.

V. Resultados y discusión

5.1. Ubicación del área de estudio

Las áreas de muestreo fueron seleccionadas del listado de la base de datos de los sistemas agroforestales, que forman parte del departamento de Suchitepéquez.

A continuación, se presenta el registro de los sistemas agroforestales utilizados:

Tabla 5 Sistemas agroforestales evaluados

No	No. de registro, pediente de los SAF	Área(ha)	Finca	Municipio
1	SAF-CAFÉ-123	2.43	Colima	Chicacao
2	SAF-CAFÉ-558	14.7	El Retiro	Chicacao
3	SAF-CAFÉ-651	0.51	Santa Elisa	Cuyotenango
4	SAF-CAFÉ-497	221.9	Parraxé	Samayac
5	SAF-CACAO-9	0.69	Carlos	San Antonio
6	SAF-CAFÉ-164	12.33	María del Carmen	Santa Bárbara
7	SAF-CAFÉ-436	12.62	San Juan	Zunilito
8	SAF-CAFÉ-337	13.81	Buena Vista	Samayac
9	SAF-CAFÉ-559	85.2	Santa Cecilia	Pueblo Nuevo
10	SAF-CAFÉ-91	2.58	Valdivia	San Pablo Jocopilas
11	SAF-CACAO-21	0.53	Parcela Antonio	Mazatenango
12	SAF-CAFÉ-727	71.92	Chitalón	Mazatenango
13	PV-11156	4.32	Palofox	Nahualate
14	PV-11034	58	Los Ángeles	Zunilito
15	PV-11145	33	San Lorencito	Zunilito

Fuente: Elaborado con base en documentos proporcionados por INAB, 2021

Los sistemas agroforestales se concentraron específicamente en nueve municipios del departamento de Suchitepéquez los cuales fueron: Chicacao, Cuyotenango, Mazatenango, Samayac, San Francisco Zapotitlán, Santa Bárbara, San Miguel Panam, San Pablo Jocopilas y Zunilito.

Como resultado de la aplicación de la metodología planteada para la selección de las fincas con sistemas agroforestales (SAF), se obtuvo un mapa con su ubicación, el cual se muestra a continuación:

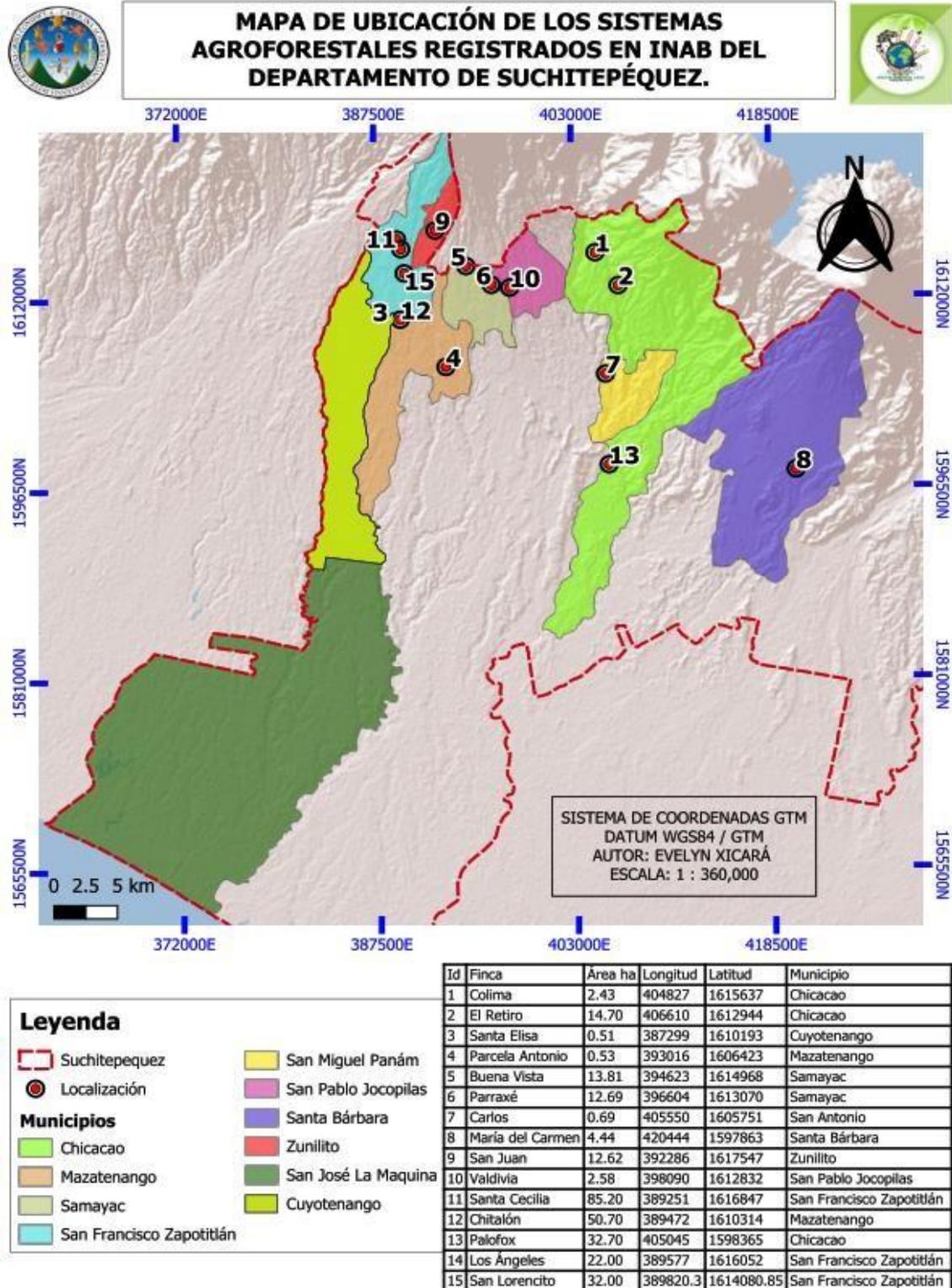


Figura 3 Mapa de ubicación de los sistemas agroforestales
Fuente: Elaborado con base a los datos recolectados en campo, 2021

5.1.1. Análisis de información del área de estudio

En el desarrollo de la investigación se realizó una entrevista donde se recolectó información general de los sistemas agroforestales caracterizados, donde a través de ella se conoció la información que se presenta a continuación:

5.1.1.1. Tipo de sistema agroforestal

Esta actividad es desarrollada principalmente por pequeños productores, con modalidades de producción caracterizadas como cultivo natural y un pequeño porcentaje con mistaje arbóreo.

De acuerdo a la información recabada en el desarrollo de la fase de campo, se concertó que quince sistemas agroforestales fueron parte de la investigación, donde están conformados por doce SAF-CAFÉ (80%) y tres SAF-CACAO (20%).

5.1.1.2. Tenencia de tierra

Todas las plantaciones de café y cacao en el área de estudio son manejadas por el 8.3 % de agricultores que a su vez son propietarios de la tierra, mientras que el 91.7% de las plantaciones son manejadas por administradores delegados por los propietarios.

5.1.1.3. Factores generales del café y cacao

El 60% de las plantaciones de café que fueron parte de la investigación tiene más de 15 años, considerándose que la vida económica de una plantación se sitúa alrededor de 25 años. En algunas de ellas han implementado planes de manejo, donde el objetivo es que llegue a rebrotar para que se prolongue la productividad.

De acuerdo a la información recaba en campo, se determinó que el cacao es una planta que su producción asciende de los 2.5 a 20 años, sin embargo, puede prolongarse si el suelo es fértil o mediante prácticas de manejo. La plantación con mayor edad encontrada fue de 22 años, por lo que, el productor optó por cambio de uso.

5.1.1.4. Manejo de los cultivos (café y cacao) en los SAF seleccionados

De acuerdo a la información obtenida a través de las entrevistas realizadas a los representantes de cada finca, se determinó lo siguiente:

a. Café

La avanzada edad de cafetales, provoca agotamiento del cultivo, disminuye el rendimiento y se torna propenso a plagas y enfermedades.

Si la densidad de siembra es muy elevada, se crea el microclima adecuado para la esporulación (tipo de reproducción asexual que tiene como medio de reproducción tanto esporas como endosporas), y de esta manera ayuda a la dispersión de enfermedades como la roya de café. De la misma manera como menciona Fageria (1992; citado por Arcila, 2007, pág. 34) si la densidad de siembra sobrepasa la recomendación brindada, puede existir una competencia por nutrientes entre las plantas de café.

Para la práctica de manejo de tejido, el 80 % de los caficultores se inclinan por realizar poda tipo de recepa en sus cafetales. Esto se justifica en el departamento de Suchitepéquez, debido que las plantaciones tienen de 10 a 15 años de producción y se consideran tejidos improductivos.

La recepa se inicia a los 10 años en promedio. Según los caficultores, a partir de esta edad, los cafetales empiezan a mostrar una disminución en el rendimiento y con la poda, se renueva el brote de hijos y favorece la producción en el tejido nuevo, esto concuerda con lo recomendado por ANACAFÉ (2014, párr. 23), además de lo indicado, la poda, ayuda a eliminar inóculo de plagas y enfermedades.

Para la sombra temporal los agricultores de la región, utilizan especies de crecimiento rápido y con fin lucrativo. El 100 % de los agricultores entrevistados realiza esta práctica. Utilizan diferentes especies y la más común es: banano (*Musa sapientum*), plátano (*Musa paradisiaca*).

Como sombra permanente, utilizan aquellas especies de árboles que permanecen durante un largo período de tiempo y entre éstas están: cuje (*Inga spp*), aguacate (*Persea americana*), palo de pito (*Erythrina berteroana*), madre cacao (*Gliricidia sepium*) y mango (*Mangifera indica*).

b. Cacao

Acorde a la información obtenida en la entrevista dirigida a los productores, las plantaciones de cacao fueron sembradas colocando la semilla directamente en el campo, en la actualidad quieren renovar sus plantaciones con cacao injertado, bajo las plantaciones de los tipos CATIE (R1, R4, R6), porque su productividad llega ser óptima, en donde el fruto llega ser más desarrollado.

La práctica de la poda la realizan todos los agricultores, donde el propósito es dejar libre de crecimiento el cacao, y practicar una poda de mantenimiento entresacando las ramas muertas, enfermas y ramas bajas.

Para reemplazar una planta dañada o muerta, los agricultores manifestaron no reponerla porque esta no se desarrolla de forma adecuada.

Las especies más importantes utilizadas como sombra en cacao son: madre cacao (*Gliricidia siphium*), mango (*Mangifera sp*), aguacate (*Persea americana*) y especialmente cuje (*Inga spp*), como puede verse, son pocas las especies que se pueden recomendar para sombra del cacao. La sombra de los árboles es practicada por todos los productores, especialmente en temporada de verano.

5.1.2. Análisis de la importancia del componente forestal en los SAF

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, el componente forestal de los sistemas agroforestales de café y cacao, juega un papel importante, por ejemplo:

- a. Ayuda a mantener una cobertura forestal que brinda sombra a los cultivos de café o cacao, factor indispensable en el desarrollo fisiológico del mismo.
- b. Sirve como reservorio de especies maderables, que pueden ser utilizadas por los productores para suplir alguna necesidad (tanto monetaria como para autoconsumo).

Entre los productos que se pueden obtener de este componente, están los siguientes: madera, producción de leña, horcones, postes, tablas, etc, los cuales

pueden ser de utilidad tanto para venta o para el autoconsumo, situación que se observó en campo.

Las especies forestales son aprovechadas todos los años sin realizar un manejo técnico adecuado que permita garantizar la conservación, el desarrollo y el aprovechamiento sostenibles del recurso, por lo que puede ser un factor que incida en la pérdida gradual del recurso.

Los sistemas agroforestales son una opción que tienen por objeto hacer sostenibles los componentes del mismo, y que tengan como finalidad el obtener rendimientos óptimos. Pero debido a la falta de un manejo adecuado, este sistema agroforestal tiende a deteriorarse y por consiguiente a desaparecer gradualmente. Es importante manejar adecuadamente cada componente que conforme el sistema agroforestal, debido a la pérdida o eliminación de alguno de estos componentes, alteraría el equilibrio en el sistema.

5.1.2.1. Criterios para el establecimiento de las especies de sombra

Prevalecen varios criterios que los productores utilizan para el establecimiento de sombra, los cuales se mencionan a continuación:

- a. Para algunas fincas, establece en conjunto la sombra y el cultivo, o el establecimiento simultáneo de especies de sombra permanente, sombra temporal con los cafetos o los cacaotales, y otros cultivos diferentes: en algunas ocasiones utilizan el chile o banano, dependiendo con qué objetivo lo están implementando. En algunos casos el avance de la frontera agrícola crea la justificación adecuada de aclarar los bosques naturales para luego establecer el café o cacao bajo sombra de bosques naturales.
- b. Otros productores recomiendan, tener la visión amplia con el objetivo que se requiere alcanzar, donde a través de implementación de técnicas recomendadas por los asesores técnicos. En este caso algunos propietarios establecen primero la sombra permanente y después del cultivo, esta es una recomendación de

importancia y uso, debido a que con ello se evita el problema de quemas en el cultivo.

5.1.2.2. Edad de los árboles

Los productores no mencionaron la edad debido a que no recuerdan en algunos casos, durante el proceso de recolección de información de acuerdo a lo solicitado en las boletas de encuestas mencionaron algunos datos, en los cuales se estiman edades promedio de 10 a 42 años, los árboles nunca son coetáneos, debido a que existen varias especies asociadas en los sistemas. Esta variabilidad de edades se debe a que en el transcurso del tiempo realizan sustituciones de algunos árboles. Algunas fincas tienen árboles de sombra que están entre 6,10,15, y 25 años, estos datos indican que algunos árboles siempre están en situación de homogeneidad.

5.1.2.3. Regulación de sombra

De acuerdo con lo que se observó en campo, se entiende por regulación de sombra a lo que es la práctica de poda para regular la entrada de luz hacia el estrato inferior representado por el cultivo de café o cacao, y desombre o raleo es la eliminación de algunos árboles que componen el sistema.

La época para realizar esta práctica en las diferentes fincas de estudio es variada, debido a que algunos la realizan terminando la cosecha y otros a inicios del invierno con el objetivo de evitar la insolación en el cultivo de café o cacao. Algunos productores no realizan desombre debido a las siguientes justificaciones.

- a. Se tienen áreas con poca densidad en cuanto a los árboles y cultivo.
- b. Algunas plantaciones se les deja crecer demasiado en altura, llegando a un punto en que las ramas tienen un diámetro bastante grande, en este caso para poder darle un manejo lo más aconsejable es la eliminación de estos árboles y establecer nuevos árboles con el objetivo de formar el árbol con una altura y forma adecuada.

- c. En algunos casos se utilizan especies frutales de sombra y especies con fines maderables.

De acuerdo a INAB (2002, pág. 03), el hecho de proponer parcelas circulares se debe a la relativa facilidad de instalar una parcela de 1000 m² en sistemas agroforestales. Por otra parte, el perímetro de una parcela circular es mucho menor que el de una parcela cuadrada de igual área, con la consiguiente ventaja que se reducen al mínimo los árboles límites o de borde.

Para conocer con exactitud el radio de cada unidad de muestreo (parcela), se utilizó la siguiente fórmula que brindó un dato de 17.84 m, por lo que los árboles y cultivos que estaban dentro de ese perímetro formaron parte de la investigación.

$$\text{Radio (m)} = \frac{\sqrt{1000 \text{ (m}^2\text{)}}}{\pi}$$

En toda la investigación fueron caracterizados quince sistemas agroforestales (café y cacao), donde en cada uno de ellos se levantaron dos unidades de muestreo (parcela), al finalizar la fase de campo se obtuvieron 30 parcelas.

5.2. Análisis de las variables cuantitativas y cualitativas

De acuerdo a los datos obtenidos en campo se presenta la siguiente información, sobre el componente arbóreo y agrícola de cada una de las 15 fincas que formaron parte de la investigación, donde fueron evaluadas las variables dasométricas (cuantitativas y cualitativas).

Forestal y Agrícola.

5.2.1. Finca Parraxé

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 6 Componente arbóreo Parraxé

No de árboles	Densidad/ ha (No. de árboles)	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
24	120	19.65	17.88	8x8	10.96	X	

b. Componente agrícola

Tabla 7 Componente agrícola Parraxé

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (h)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
3*3	1.93 m	1.2 m	X	

c. Composición

Se determinó un total de 5 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Acrocarpus fraxinifolius*; *Tectona grandis*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Swietenia macrophylla*; *Cordia alliodora*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto, fueron encontrados 35 componentes, los cuales se dividen en: 24 plantas del cultivo *Coffea arabica*, (10) *Capsicum annum vay* (1) árbol de la especie *Acrocarpus fraxinifolius*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

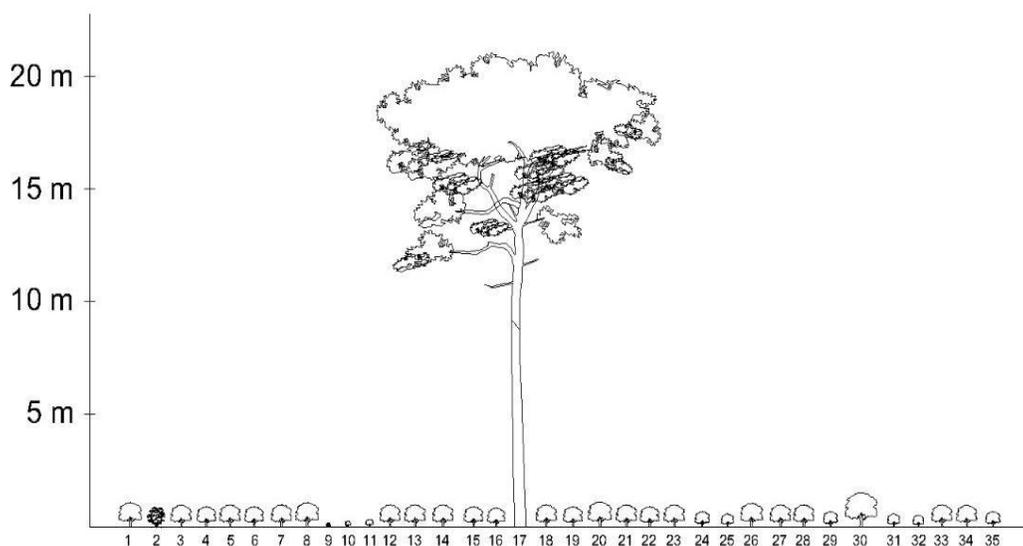


Figura 4 Perfil vegetativo finca Parraxé

5.2.2. Finca Parcela Antonio

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 8 Componente arbóreo Parcela Antonio

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
24	120 <u>árboles</u>	25.93 cm	16.61 m	7*5	9.56 m		X

b. Componente agrícola

Tabla 9 Componente agrícola Parcela Antonio

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
5*5	3.67 m.	4.84 m.		X

c. Composición

Se determinó un total de 6 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Cedrela odorata*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Brysonima crassifolia*; *Cordia alliodora*; *Swietenia macrophylla*; *Sapium macrocarpum*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 19 componentes los cuales se dividen en: 15 plantas de *Theobroma cacao*, y 4 árboles de las siguientes especies: (1) *Tabebuia donnell-smithii*; (1) *Cordia alliodora*; (1) *Cedrela odorata*; (1) *Swietenia macrophylla*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de cacao, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

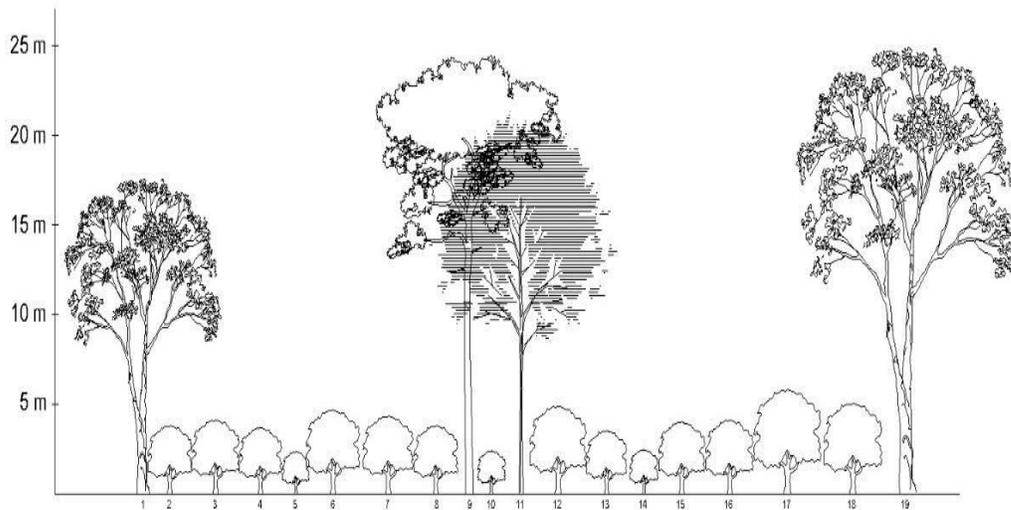


Figura 5 Perfil vegetativo Parcela Antonio

5.2.3. Finca San Juan

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 10 Componente arbóreo finca San Juan

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
5	25	30.98 cm	19.7 m	16*8	9.04 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 11. Componente agrícola San Juan

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (cm)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
2*1	1.94 m.	0.99 cm.	X	

c. Composición

Se determinó un total de 2 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Tabebuia donnell-smithii*; *Terminalia oblonga*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 18 componentes los cuales se dividen en: (17) plantas de *Coffea arabica*, y un árbol de la especie *Tabebuia donnell-smithii*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

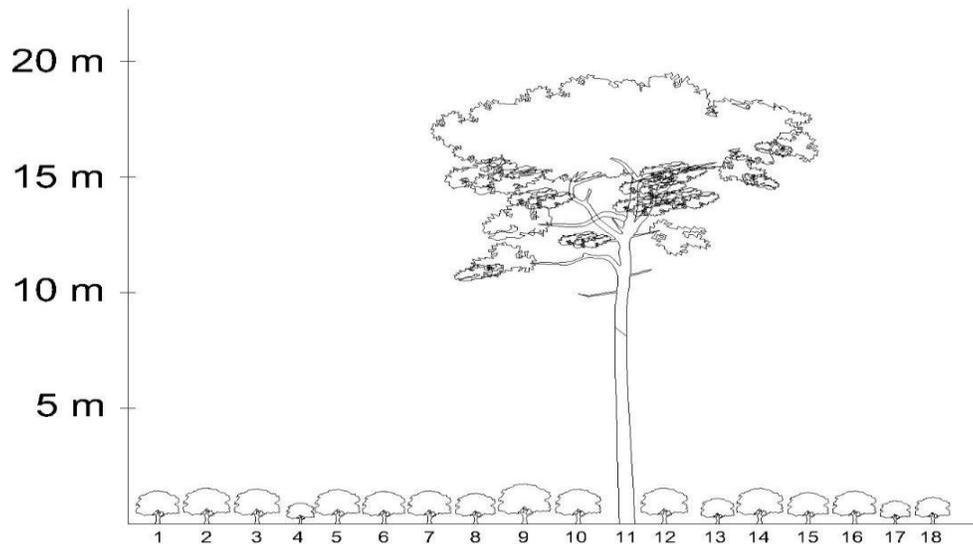


Figura 6 Perfil vegetativo de la finca San Juan

5.2.4. Finca Palofox

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 12 Componente arbóreo Palofox

No de árboles	Densidad/ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
13	65	25.93 cm	16.61 m	Al azar	9.56 m		X

b. Componente agrícola

Tabla 13 Componente agrícola Palofox

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
4*4	3.48 m.	5.37 m.	X	

c. Composición

Se determinó un total de 3 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Tabebuia donnell-smithii*; *Swietenia macrophylla*; *Gliricidia sepium*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 22 componentes los cuales se dividen en: 18 plantas de *Theobroma cacao*, 4 árboles que se dividen de las siguientes especies: (3) *Tabebuia donnell-smithii*, (1) *Swietenia macrophylla*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de cacao, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

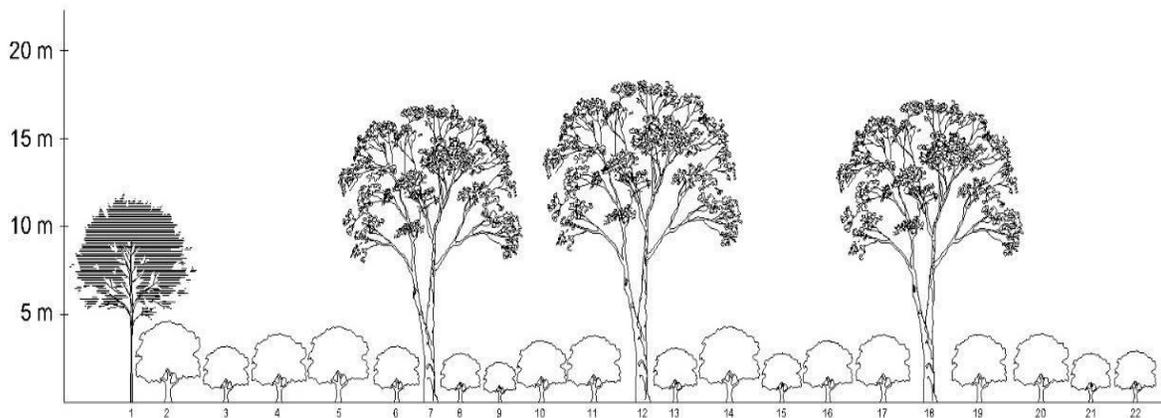


Figura 7. Perfil vegetativo de finca Palofox

5.2.5. Finca Chitalón

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 14 Componente arbóreo Chitalón

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
24	120	19.79 cm	15.08 m	8*6	11.56 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 15 Componente agrícola Chitalón

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
4*4	1.69 m.	2.24 m.		X

c. Composición

Se determinó un total de 3 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Inga spp*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Brosimum alicastrum*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 19 componentes los cuales se dividen en: 15 plantas de *Coffea arabica*, 4 árboles de la especie: *Tabebuia donnell-smithii*.

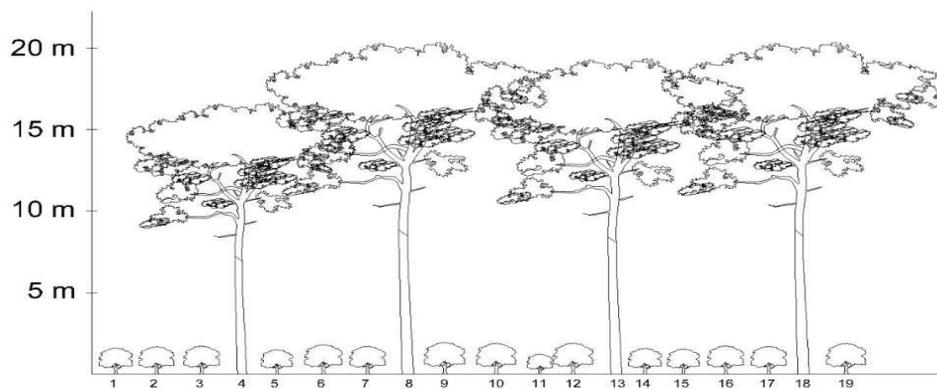


Figura 8. Perfil vegetativo de finca Chitalón

5.2.6. Finca Carlos

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 16 Componente arbóreo Carlos

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
30	150	18.54 cm	15.18 m	Al azar	11.33 m		X

b. Composición agrícola

Tabla 17. Componente agrícola Carlos

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
4*4	4.4 m.	5.65		X

c. Composición

Se determinó un total de 10 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Terminalia oblonga*; *Berberis moranensis*; *Sapium macrophylla*; *Couroupita guianensis*; *Gliricidia sepium*; *Gmelina arborea*; *Persea americana*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Cedrela odorata*; *Sickingia salvadorensis*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 19 componentes los cuales se dividen en: 14 plantas de *Theobroma cacao*, 8 árboles que se dividen de las siguientes especies: (3) *Terminalia oblonga*, (1) *Couroupita guianensis*, (1) *Sapium macrocarpum*, (1) *Sickingia salvadorensis*, (1) *Platymiscium dimorphandrum*, (1) *Mangifera indica*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de cacao, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.



Figura 9. Perfil vegetativo finca Carlos

5.2.7. Finca Santa Cecilia

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 18 Componente arbóreo Santa Cecilia

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
23	115	28.36 cm	16.49 m	Variado	10.75 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 19 Componente agrícola Santa Cecilia

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
3*3	1.3 m.	0.91	X	

c. Composición

Se determinó un total de 6 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Terminalia oblonga*; *Inga spp*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Brosimum alicastrum*; *Couroupita guianensis*; *Psidium guajava*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 13 componentes los cuales se dividen en: 11 plantas de *Coffea arabica*, 2 árboles de la siguiente especie: *Tabebuia donnell-smithii*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

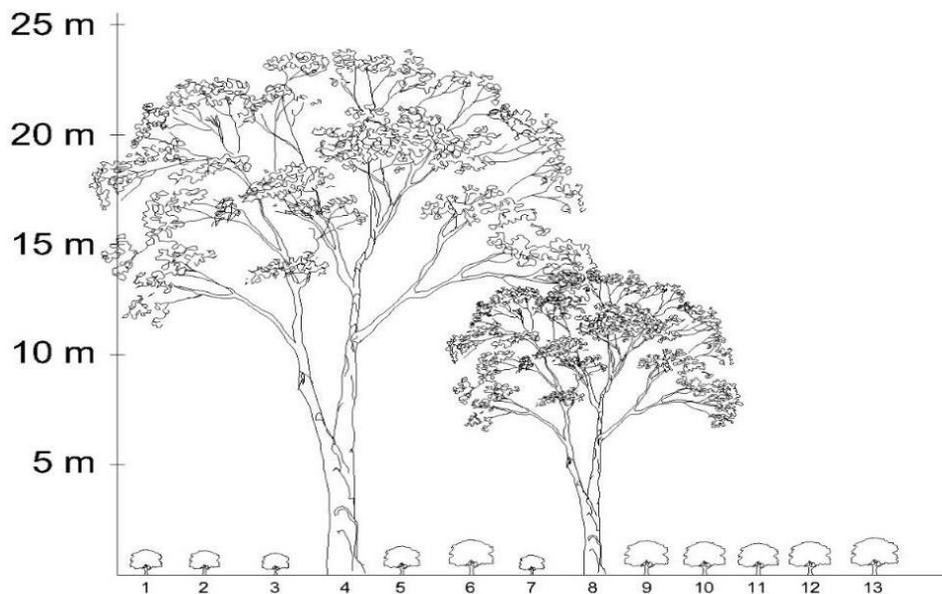


Figura 10. Perfil vegetativo de finca Santa Cecilia

5.2.8. Finca María del Carmen

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 20 Componente arbóreo María del Carmen

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
7	35	42.5 cm	20 m	Disperso	15.48 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 21 Componente agrícola María del Carmen

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
6*4	3.49 m.	4.83 m.	X	

c. Composición

Se determinó un total de 3 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Terminalia oblonga*; *Cedrela odorata*; *Persea americana*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 22 componentes los cuales se dividen en: 19 plantas de *Coffea arabica*, (1) planta de *Musa x paradisiaca*, y (2) árboles de la siguiente especie: *Terminalia oblonga*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.



Figura 11. Perfil vegetativo Finca María del Carmen

5.2.9. Finca San Lorencito

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 22 Componente arbóreo San Lorencito

No de árboles	Densidad/ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
22	110	30.67 cm	18.77 m	Al azar	12.06 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 23 Componente agrícola San Lorencito

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
3*3	1.12 m.	1.15 m.	X	

c. Composición

Se determinó un total de 5 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las

siguientes: *Gmelina arborea*; *Terminalia oblonga*; *Cedrela odorata*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Couroupita guianensis*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 23 componentes los cuales se dividen en: (17) plantas de *Coffea arabica*, (3) planta de *Musa x paradisiaca* y (4) árboles que se dividen en las siguientes especies: (1) *Terminalia oblonga*, (2) *Gmelina arborea*, (1) *Couroupita guianensis*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.



Figura 12. Perfil vegetativo de finca San Lorencito

5.2.10. Finca Buena Vista

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 24 Componente arbóreo Buena Vista

No de árboles	Densidad/ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
11	55	38.68 cm	19.09 m	Al azar	12.81m		X

b. Componente agrícola

Tabla 25 . Componente agrícola Buena Vista

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
3*3	3.86 m.	4.81 m.		X

c. Composición

Se determinó un total de 3 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Terminalia oblonga*, *Tabebuia donnell-smithi* y *Couroupita guianensis*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 23 componentes los cuales se dividen en: (22) plantas de *Coffea arabica*, y (1) árbol de la siguiente especie: *Cedrela odorata*. La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

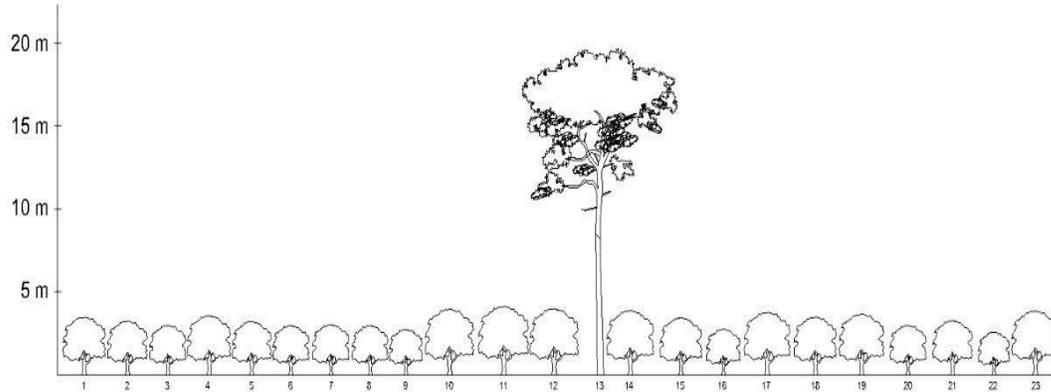


Figura 13. Perfil vegetativo finca Buena Vista

5.2.11. Finca Santa Elisa

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 26 Componente arbóreo Santa Elisa

No de árboles	Densidad/ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
25	125	18.02 cm	17.32 m	6*6	10.87 m		X

b. Componente agrícola

Tabla 27 Componente agrícola Santa Elisa

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
3*3	1.26 m.	2.18 m.		X

c. Composición

Se determinó un total de 11 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Tabebuia donnell-smithii*; *Cordia alliodora*; *Terminalia oblonga*; *Inga spp*;

Cedrela odorata; *Gliricidia sepium*; *Mangifera indica*; *Pouteria sapota*; *Platymiscium dimorphandrum*; *Citrus X sinensis* y *Schizolobium parahyba*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 18 componentes los cuales se dividen en: (13) plantas de *Coffea arabica*, y (5) árboles de las siguientes especies: (2) *Cedrela odorata*, (2) *Terminalia oblonga*, (1) *Schizolobium parahyba*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.



Figura 14. Perfil vegetativo finca Santa Elisa

5.2.12. Finca Valdivia

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 28 Componente arbóreo Valdivia

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio	Altura promedio	Dist. (m)	DAP de copa promedio	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
26	130	24.65 cm	16.6 m	Variado	12.31 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 29 Componente agrícola Valdivia

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
3*3	1.94 m.	0.73 .	X	

c. Composición

Se determinó un total de 7 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes:

Terminalia oblonga; *Inga spp*; *Cedrela odorata*; *Pitavia punctata mol*; *Gliricidia sepium*; *Couroupita guianensis* y *Ocotea*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 18 componentes los cuales se dividen en: (15) plantas de *Coffea arabica*, y (3) árboles de las siguientes especies: (2) *Cedrela odorata*, (1) *Gliricidia sepium*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

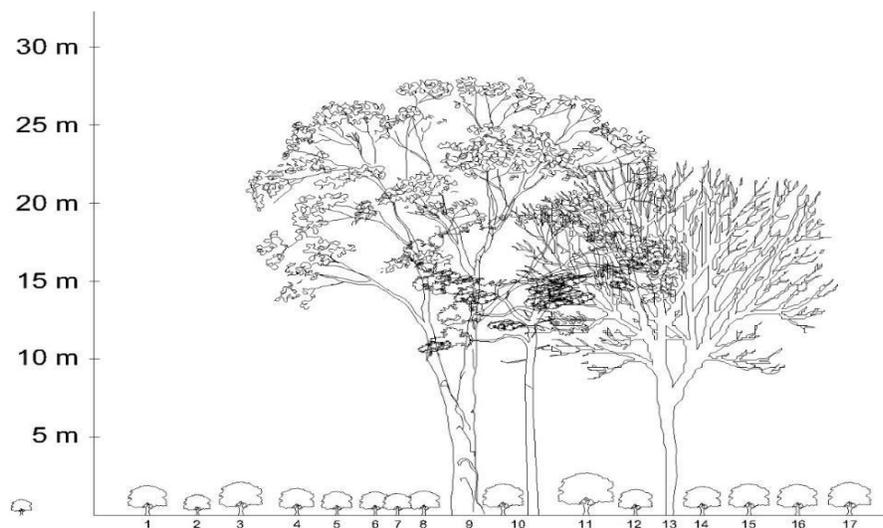


Figura 15. Perfil vegetativo finca Valdivia

5.2.13. Finca Colima

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 30 Componente arbóreo Colima

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
16	80	11.83 cm	14.18 m	Al azar	24.11 m		X

b. Componente agrícola

Tabla 31. Componente agrícola Colima

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
2*1	1.19 m.	2.32 m.		X

c. Composición

Se determinó un total de 6 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes:

Terminalia oblonga; *Couroupita guianensis*; *Sapium macrocarpum*; *Mangifera indica*; *Psidium guajava* y *Ocotea*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 23 componentes los cuales se dividen en: (20) plantas de *Coffea arabica*, y (3) árboles de la siguiente especie: *Couroupita guianensis*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

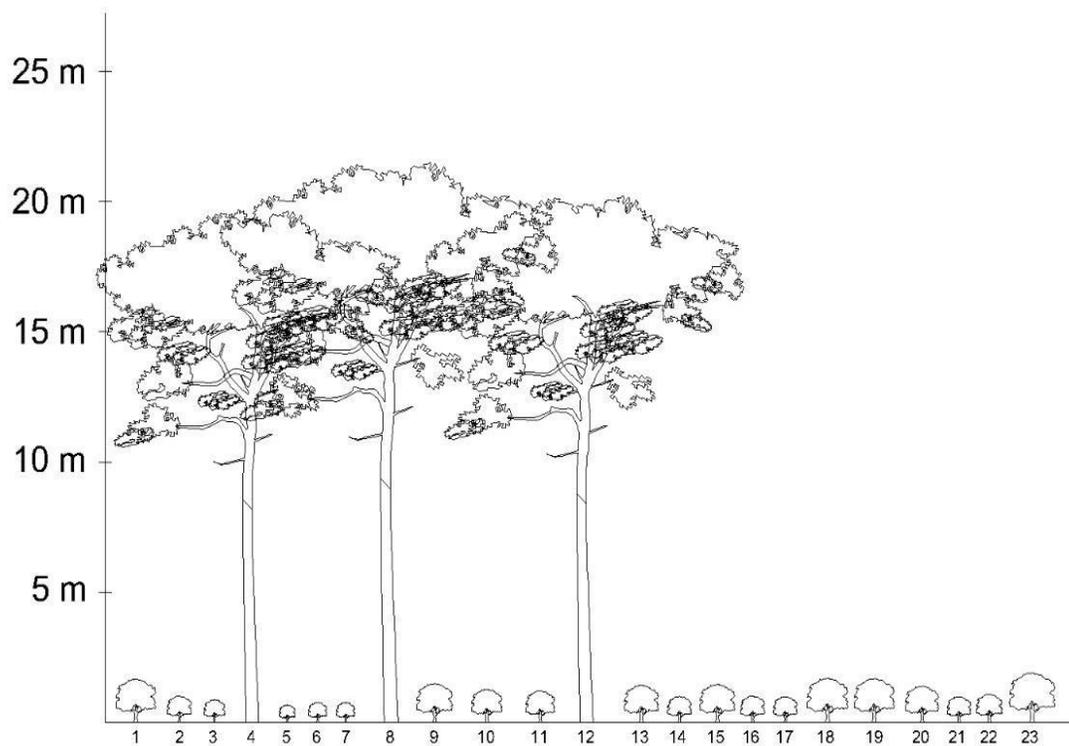


Figura 16. Perfil vegetativo finca Colima

5.2.14. Finca Los Ángeles

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 32 Componente arbóreo Los Ángeles

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
15	75	31.44 cm	18.53 m	Variado	10.06 m	X	

b. Componente agrícola

Tabla 33 Componente agrícola Los Ángeles

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
Variado	1.02 m.	0.91 m.	X	

c. Composición

Se determinó un total de 3 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes:

Tabebuia donnell-smithii; *Terminalia oblonga*; *Cedrela odorata*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 45 componentes los cuales se dividen en: (43) plantas de *Coffea arabica*, y (2) árboles de la siguiente especie: *Terminalia oblonga*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.

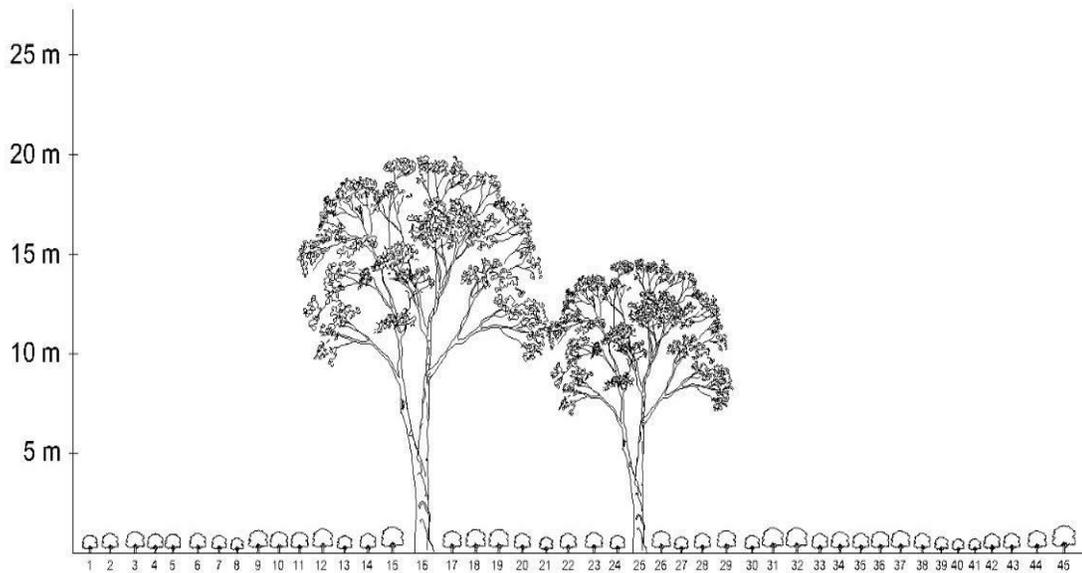


Figura 17. Perfil vegetativo finca Los Ángeles

5.2.15. Finca El Retiro

De acuerdo a los resultados obtenidos de las parcelas levantadas en campo, se determinó lo siguiente:

a. Componente arbóreo

Tabla 34 Componente arbóreo El Retiro

No de árboles	Densidad/ ha	DAP promedio (cm)	Altura promedio (m)	Dist. (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
						Sí	No
21	105	26.13 cm	13.12 m	Variado	12.27		X

b. Componente agrícola

Tabla 35. Componente agrícola El Retiro

Dist. Siembra (m)	Altura promedio (m)	DAP de copa promedio (m)	Realizan técnicas silviculturales	
			Sí	No
1*2	2.78 m.	3.12 m.		X

c. Composición

Se determinó un total de 4 especies arbóreas, que se encontraron presentes en las dos parcelas que fueron levantadas en la finca correspondiente, siendo las siguientes: *Inga spp*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Macadamia tetraphylla*; *Couroupita guianensis*.

d. Perfil vegetativo

En la línea del transecto se encontraron 21 componentes los cuales se dividen en: (.18) plantas de *Coffea arabica*, y (4) árboles de las siguientes especies: (2) *Tabebuia donnell-smithii*, (1) *Couroupita guianensis*, (1) *Persea americana*.

La ilustración de la estructura del sistema agroforestal de café, para esta unidad productiva, se esquematizó por medio de perfil vertical que señalan a los diferentes componentes que conforman al sistema.



Figura 18. Perfil vegetativo de Finca El Retiro

5.3. Análisis del Índice de Valor de Importancia e Índice de Shannon-W

Las especies forestales son un recurso natural clave para el equilibrio del ecosistema, por lo que es necesario disponer de información cuantitativa sobre sus características y distribución.

El objetivo principal fue determinar la diversidad y valor de importancia de la vegetación de los diferentes sistemas agroforestales que conformaron parte del estudio correspondiente.

A través de índices cuantitativos con el propósito de obtener más información, se calcularon parámetros tales como frecuencia, cobertura y densidad. Sus valores relativos permitieron conocer el índice de valor de importancia de cada especie. Además, se obtuvo el índice de equidad de Shannon-Wiener (véase en la pág. 82), para conocer la diversidad de la vegetación. Los valores de los índices mostraron que existe una gran cantidad de especies en el área, que la región no posee especies dominantes y por lo tanto la diversidad es mayor; que es una formación equitativa y que todas las especies son abundantes.

La especie forestal predominante en las áreas estudiadas, es el árbol volador (*Terminalia oblonga*), esta especie arbórea tuvo su aparición en 10 unidades productivas, dándole un porcentaje que sobrepasa del 50%, siendo implementada la especie arbórea en varios sistemas agroforestales y asociándolo con el cultivo agrícola.

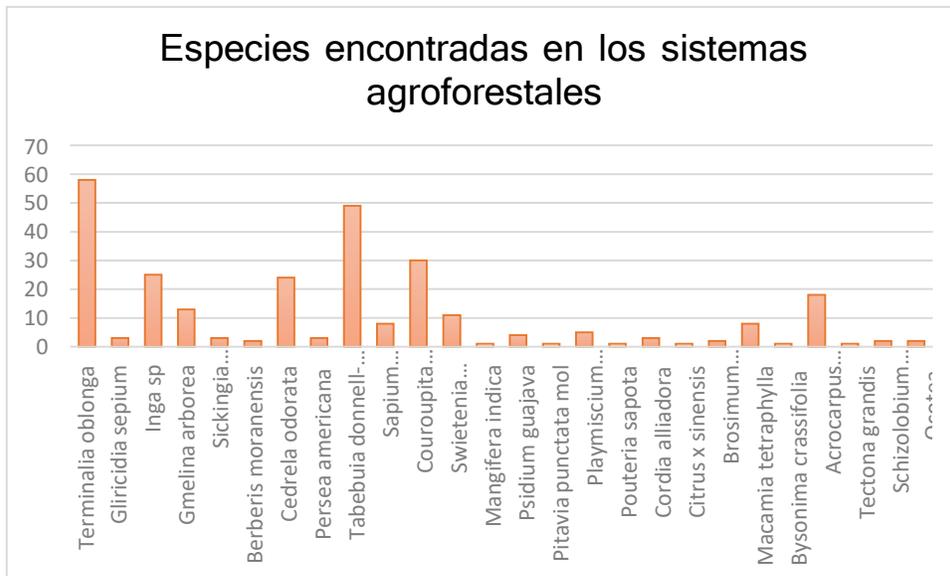


Figura 19. Número de individuos por nombre científico

5.3.1. Índice de Valor de Importancia de los SAF evaluados

Para la obtención de los valores que se muestra en la tabla 36, (véase pág. 79), se procedió a utilizar el programa Excel implementando las fórmulas que brinda Rodríguez (2005 pág. 37), donde se ordenaron las especies en función al índice de valor de importancia de mayor a menor.

La misma muestra fue utilizada para obtener los resultados de frecuencia relativa, densidad relativa y cobertura relativa para cada especie. *Tabebuia donnell-smithii*, *Coffea arabica* y *Terminalia oblonga*; fueron las especies que predominaron en el índice de valor de importancia.

Tabla 36. Resultado del IVI de los SAF

No	Especie	Dr (%)	Fr (%)	Cr (%)	IVI
1	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	8.60	12.84	33.22	18.22
2	<i>Coffea arabica</i>	41.05	11.01	1.26	17.77
3	<i>Terminalia oblonga</i>	10.18	14.68	25.48	16.78
4	<i>Couroupita guianensis</i>	5.26	7.34	11.65	8.09
5	<i>Cedrela odorata</i>	4.21	7.34	8.90	6.82
6	<i>Inga sp</i>	4.39	7.34	4.23	5.32
7	<i>Theobroma cacao</i>	8.25	2.75	0.38	3.79
8	<i>Swietenia macrophylla</i>	1.93	4.59	2.17	2.89
9	<i>Gliricidia sepium</i>	0.53	1.83	3.10	1.82
10	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	3.16	1.83	0.19	1.73
11	<i>Gmelina arborea</i>	2.28	1.83	0.74	1.62
12	<i>Sapium macrocarpum</i>	1.40	1.83	1.58	1.61
13	<i>Cordia alliodora</i>	0.53	2.75	1.33	1.53
14	<i>Persea americana</i>	0.53	2.75	0.79	1.36
15	<i>Sickingia salvadorensis</i>	0.53	2.75	0.17	1.15
16	<i>Psidium guajava</i>	0.70	1.83	0.54	1.02
17	<i>Ocotea</i>	0.35	1.83	0.80	1.00
18	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.35	1.83	0.73	0.97
19	<i>Capsicum annuum var</i>	1.75	0.92	0.00	0.89
20	<i>Macamia tetraphylla</i>	1.40	0.92	0.23	0.85
21	<i>Berberis moranensis</i>	0.35	1.83	0.16	0.78
22	<i>Mangifera indica</i>	0.18	0.92	0.95	0.68
23	<i>Playmiscium dimorphandrum</i>	0.88	0.92	0.20	0.67
24	<i>Schizolobium parahyba</i>	0.35	0.92	0.18	0.48
25	<i>Pouteria sapota</i>	0.18	0.92	0.29	0.46
26	<i>Bysonima crassifolia</i>	0.18	0.92	0.26	0.45
27	<i>Pitavia punctata mol</i>	0.18	0.92	0.22	0.44
28	<i>Tectona grandis</i>	0.18	0.92	0.15	0.41
19	<i>Citrus x sinensis</i>	0.18	0.92	0.12	0.41
		100	100	100	100

Fuente: Elaborado con base a los datos proporcionado por el INAB. 2021

De las 30 parcelas estudiadas, la primera especie se observó en 14, la segunda se registró en 12 y la tercera en 16. Este parámetro está condicionado por el número y tamaño de los individuos dentro de la unidad de muestreo, el patrón espacial y el tamaño de las unidades muestrales.

Contribuye a reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los individuos de cada especie. Es decir, aquellas especies que presentan un valor mayor son aquellos que poseen un patrón regular mientras aquellas con valor bajo son características de un patrón agregado, irregular y disperso.

La especie con mayor densidad relativa es *Coffea arabica*. La densidad absoluta en la cual se basa la relativa es el resultado del cociente entre la cantidad de individuos de una misma especie y la superficie muestreada. La dominancia relativa tiene como base el conocimiento de la cobertura, es decir, la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada.

Para cada especie se realizó un promedio de las muestras de valores de coberturas tomadas en las parcelas. Los resultados demuestran que *Terminalia oblonga* (a) y *Tabebuia donnell-smithii* (b), (véase en la figura 20 en la pág. 81), son especies de mayor cobertura. La primera influenciada principalmente por el número de individuos del total del muestreo, mientras que, en la última, el valor de dominancia está influenciado por la cobertura.



Figura 20. Especies a. *Terminalia oblonga* y b. *Tabebuia donnell-smithii*

A continuación, se muestra la Figura 21, donde se presenta gráficamente el índice de valor de importancia divididos por especies forestales obtenidas de los 15 sistemas agroforestales caracterizados.



Figura 21. Resultado del Índice de Valor de Importancia

Las siguientes especies arbóreas poseen los valores más elevados, por lo cual tienen una mayor importancia dentro de los sistemas agroforestales evaluados: *Terminalia oblonga*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Couropita guianensis*, *Cedrela odorata* e *Inga spp.* Entre otras especies importantes se puede mencionar: *Swietenia macrophylla* y *Gmelina arborea*.

5.3.2. Índice de Shannon-Wiener (H')

El índice de Shannon-Wiener cuantifica la variedad de especies de alguna población específica y su abundancia relativa. A continuación, se presenta en la tabla 37, (véase en pág. 82), con los datos generales que se obtuvieron en campo de la caracterización que se desarrolló en los quince sistemas agroforestales: *Coffea arabica* y *Theobroma cacao*.

Tabla 37 resultados de Shannon-wiener en los SAF evaluados

	Especie	No Individuos/especies	Pi	Pi*ln pi
1	<i>Terminalia oblonga</i>	58	0.102	-0.233
2	<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.005	-0.028
3	<i>Inga sp</i>	25	0.044	-0.137
4	<i>Gmelina arborea</i>	13	0.023	-0.086
5	<i>Sickingia salvadorensis</i>	3	0.005	-0.028
6	<i>Berberis moranensis</i>	2	0.004	-0.020
7	<i>Cedrela odorata</i>	24	0.042	-0.133
8	<i>Persea americana</i>	3	0.005	-0.028
9	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	49	0.086	-0.211
10	<i>Sapium macrocarpum</i>	8	0.014	-0.060
11	<i>Couroupita guianensis</i>	30	0.053	-0.155
12	<i>Swietenia macrophylla</i>	11	0.019	-0.076
13	<i>Mangifera indica</i>	1	0.002	-0.011
14	<i>Psidium guajava</i>	4	0.007	-0.035
15	<i>Pitavia punctata mol</i>	1	0.002	-0.011
16	<i>Playmiscium dimorphandru m</i>	5	0.009	-0.042
17	<i>Pouteria sapota</i>	1	0.002	-0.011
18	<i>Cordia alliadora</i>	3	0.005	-0.028
19	<i>Citrus x sinensis</i>	1	0.002	-0.011
20	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0.004	-0.020
21	<i>Macamia tetraphylla</i>	8	0.014	-0.060
22	<i>Bysonima crassifolia</i>	1	0.002	-0.011
23	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	18	0.032	-0.109
24	<i>Tectona grandis</i>	1	0.002	-0.011
25	<i>Schizolobium parahyba</i>	2	0.004	-0.020
26	<i>Ocotea</i>	2	0.004	-0.020
27	<i>Theobroma cacao</i>	47	0.082	-0.206
28	<i>Coffea arabica</i>	234	0.411	-0.365
29	<i>Capsicum annuum var</i>	10	0.018	-0.071
		570	1	-2.235

De acuerdo a los datos mostrados anteriormente, se procedió a la explicación de la fórmula para obtener el índice de Shannon-Wiener de la comunidad caracterizada.

$$H' = - \sum * p_i \ln p_i$$

$$H' = - 1 * - 2.235$$

$$H' = 2.235$$

El índice de diversidad de Shannon para esta comunidad es de 2.235

De acuerdo a lo que explica Jost (2006, pág. 5), el índice tiene valores entre 0 y 3, por lo tanto, si el índice es superior a 3 se tiene una diversidad alta, si esta entre 2 y 3 las especies están en equilibrio, y si el valor es inferior a 2 la diversidad es poca.

Por lo que Jost (2006, pág. 5) explica anteriormente y los resultados obtenidos da a conocer que la comunidad que se utilizó para la investigación, se encuentra en equilibrio dado que el valor esta entre 2 y 3.

Las condiciones ambientales y las variaciones en el tiempo influyen significativamente en el equilibrio, número y riqueza de especies. Comparando la riqueza específica de los quince sistemas agroforestales, se observó los diferentes impactos que llegan a generar las especies arbóreas y como éstas pueden llegar ser un amortiguador para el desarrollo óptimo de los SAF.

5.4. Identificación y distanciamientos de especies arbóreas en los SAF

5.4.1. Identificación de las especies arbóreas

La identificación de especies forestales encontradas en el área de estudio, es esencial para conocer el rendimiento y la factibilidad que el sistema agroforestal llega a mostrar. Los usuarios realizan diferentes asociaciones de especies al momento de la implementación, se encontraron una gran variedad en las 30 parcelas de muestreo, abarcando 15 fincas posicionadas en diversos puntos del departamento de Suchitepéquez. Se identificaron 27 especies forestales diferentes, el número de individuos de cada especie y el biotipo, las cuales son:

Tabla 38 No de especies encontradas en los SAF

Especie	No Individuos/especies
<i>Terminalia oblonga</i>	58
<i>Gliricidia sepium</i>	3
<i>Inga sp</i>	25
<i>Gmelina arborea</i>	13
<i>Sickingia salvadorensis</i>	3
<i>Berberis moranensis</i>	2
<i>Cedrela odorata</i>	24
<i>Persea americana</i>	3
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	49
<i>Sapium macrocarpum</i>	8
<i>Couroupita guianensis</i>	30
<i>Swietenia macrophylla</i>	11
<i>Mangifera indica</i>	1
<i>Psidium guajava</i>	4
<i>Pitavia punctata mol</i>	1
<i>Playmiscium dimorphandrum</i>	5
<i>Pouteria sapota</i>	1
<i>Cordia alliadora</i>	3
<i>Citrus x sinensis</i>	1
<i>Brosimum alicastrum</i>	2
<i>Macamia tetraphylla</i>	8
<i>Bysonima crassifolia</i>	1
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	18
<i>Tectona grandis</i>	1
<i>Schizolobium parahyba</i>	2
<i>Ocotea</i>	2
<i>Theobroma cacao</i>	47
<i>Coffea arabica</i>	234
<i>Capsicum annuum var</i>	10

Fuente: Elaborado con base a los datos proporcionado por el INAB. 2021

5.4.2. Distanciamiento de los sistemas agroforestales

A continuación, se presenta un resumen general, sobre el valor promedio de las variables tomadas del componente arbóreo y agrícola, en las diferentes parcelas levantadas de los sistemas agroforestales que formaron parte del estudio, que están establecidos en el departamento de Suchitepéquez y son monitoreadas por el Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

5.4.2.1. Componente de cultivo perenne (Cacao y Café)

De acuerdo con los datos presentados (véase en anexos pág. 129), no hay uniformidad existente entre los distanciamientos de las siembras en el área de estudio, esto se debe a que las diferentes plantaciones tienen varios años desde su establecimiento y los productores no se llegaron a regir a una distancia recomendada, en la actualidad se basan al distanciamiento 3*3, que el –INAB–, estipula para tener un mejor rendimiento y factibilidad.

La altura promedio de las plantaciones de café de las diferentes unidades productivas, oscilan entre 0.93 a 3.49 metros, la variedad encontrada en las diferentes plantaciones de estudio llegan ser: robusta, bourbon, y caturra. En algunas plantaciones que está compuesto de las especies mencionadas, distintos productores han realizado las podas en las zonas cafetaleras para prevenir problemas de plagas o enfermedades, por lo que el 80% de las plantaciones tenían rebrote y sus plantas no traspasaban de los 1.5 metros.

El diámetro promedio se determinó entre 0.73 a 4.83 metros, dependiendo la especie de café que se encontró en cada unidad productiva.

La altura promedio del cacao oscila en 3.47 a 4.44 metros, y su diámetro promedio de copa se determinó en 4.84 a 5.65 metros.

5.4.2.2. Componente forestal

De acuerdo con la información general del componente arbóreo, que se recolectó en las 30 parcelas que fueron parte de la investigación. En anexos (pág. 130), se muestra un resumen.

En las fincas que fueron parte del estudio, las especies asociadas oscilan entre 2 hasta 11 combinaciones, no se les da un distanciamiento y ordenamiento definido. En algunos casos se encontraron distancias en metros de 6*6, 8*6, 8*8 y etc. Intercalando entre los espaciamentos las especies de sombra temporal.

En algunas unidades productivas, las distancias eran variados o al azar, porque el sistema agroforestal tenía varios años de implementación. En algunos sistemas han utilizado especies que le brindan soporte y amortiguamiento al mismo, tal caso es la especie *Inga spp.*

5.5. Análisis de las propiedades físicas del suelo

A continuación, se presenta información general de los datos obtenidos sobre las propiedades físicas del suelo, de los diferentes sistemas agroforestales que fueron caracterizados.

Tabla 39 Información sobre las propiedades físicas del suelo
Suelo

Finca	Textura			Profundidad efectiva (cm)	Drenaje	Color	Predregosidad
	ARENOSO	LIMOSO	ARCILLOSO				
Parraxé		X		>90	2	2	1
Parcela Antonio			X	>90	3	1	1
San Juan		X		>90	2	2	1
Palofox		X	X	>90	2	2	1
Chitalón		X		>90	2	2	1
Carlos			X	>90	2	1	1
Santa Cecilia		X		>90	2	2	1
María del Carmen		X		>90	2	2	1
San Lorencito		X		>90	2	2	1
Buena Vista		X		>90	4	2	1
Santa Elisa		X		>90	2	2	1
Colima			X	>90	3	2	1
Valdivia		X		>90	2	2	1
Los Ángeles		X		>90	2	2	1
El Retiro			X	>90	2	2	1

Fuente: Elaborado con base a los datos proporcionado por el INAB. 2021

El 56 % que equivale a (11) sistemas agroforestales se encuentran establecidos en áreas donde predomina el suelo arcilloso, el cual su fina textura le brinda una elevada retención de agua y nutrientes. Mientras que el 44 % que equivale a (4) sistemas agroforestales, se establecen en suelo limoso, el cual es un suelo liviano con gránulos de tamaño intermedio, siendo también fértiles y fáciles de trabajar.

La profundidad efectiva del suelo es mayor a 90cm, el 93 % de los sistemas agroforestales cuentan con un drenaje bueno, a excepción de finca Buena vista, ya que su drenaje llega a ser pobre.

El 90% de las muestras de propiedades físicas del suelo, llegan ser de color café y el otro 10% son de color negro, por lo que la mayoría de las unidades productivas tienen un suelo rico en hierro y contiene varios nutrientes que serán importantes para la factibilidad de los sistemas agroforestales, los suelos negros puede que sean porque contienen humus en abundancia.

En todas las unidades hay deficiencia de nutrientes, en las unidades productivas parcela Antonio y Carlos hay reacción básica, y son afectadas por inundaciones, lo cual hace que el suelo pase saturado alguna temporada del año.

El uso de suelo de acuerdo al mapa elaborado muestra un predominante uso agrícola limpia anual 9 958,7 hectáreas, equivalente a 63,15 % del territorio para uso agrícola. El principal uso agrícola lo constituyen el café con un poco más de 7000 hectáreas, centros poblados ocupa un área de 313 hectáreas (2 % del territorio), más detalles se pueden verificar en la distribución espacial de los usos de la tierra en la figura (22).

A continuación, se muestra un mapa sobre uso de suelo de los diferentes municipios de Suchitepéquez, que formaron parte de la investigación correspondiente.

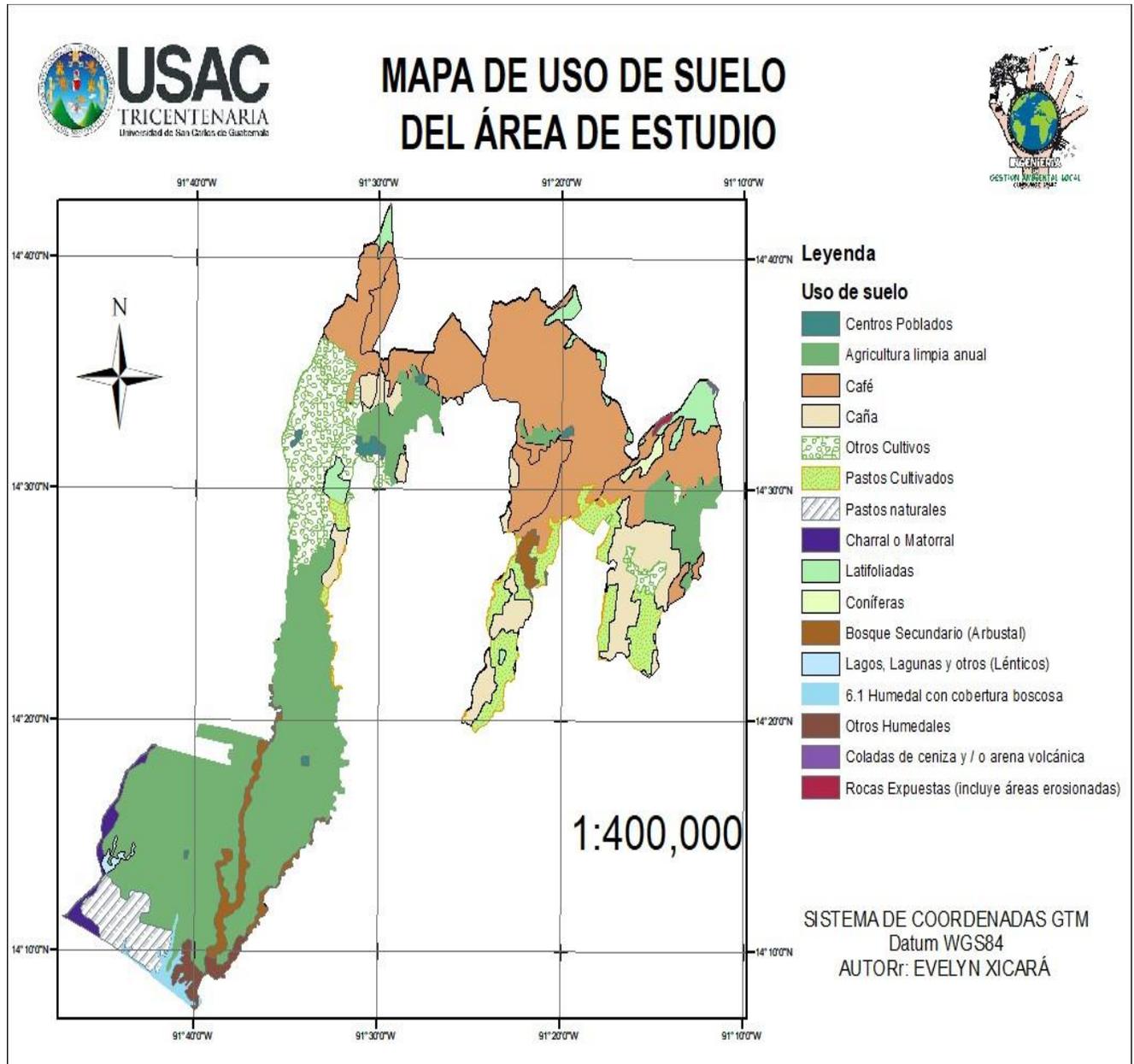


Figura 22. Mapa de uso de suelo de Suchitepéquez
Fuente: Elaborado con base a los datos proporcionado por el INAB. 2021

De acuerdo a los datos que se obtuvo en campo se determinó que el 40% de los sistemas agroforestales no realizan el uso de suelo correctamente, por ello tienen deficiencias en la producción ya que el suelo donde han producido no llega a ser apto para que exista un desarrollo y brinde los beneficios correspondientes al ambiente en donde se establecen. Esto se da por carencias de estudios de fertilidad del suelo,

haciendo que algunas especies forestales no se desarrollen de manera óptima y eso causa que el cultivo llega verse afectado en el transcurso de su crecimiento, y el otro 60% ha logrado plantaciones desarrolladas, brindando diversos beneficios a los sistemas agroforestales como también a las otras especies que realizan el mixto correspondiente.

Es importante evaluar semestralmente para verificar cuan óptimos están siendo las especies escogidas para que se desarrolle con el cultivo, conozcan los beneficios que estos brindan a la producción como también a los ecosistemas donde se establecerán. En algunos casos serán fundamental hacer cambio de uso ya que por falta de desarrollo el cultivo se ve afectado causando un deterioro y empieza a existir una competencia de nutrientes.

Dentro del estudio, se puede dilucidar los motivos por los que no puede existir un desarrollo exitoso de los sistemas agroforestales y que afectan las condiciones físicas de los árboles, los cuales pueden ser, áreas inundables por suelos muy arcillosos, procedencia de la sombra utilizada o por la falta de medidas culturales y silviculturales en el momento en que se da una fuerte competencia entre los mismos.

VI. Conclusiones

1. Los diferentes sistemas agroforestales que formaron parte de la investigación se establecieron en nueve municipios del departamento de Suchitepéquez. Están compuestos por cultivos con una edad promedio de 15 años, establecidos en áreas donde su productividad muestra rentabilidad para los agricultores, el componente arbóreo fue el que más destacó, ya que brinda diversos beneficios tales como sombra, reservorio de especies maderable, homogeniza el ambiente donde están implementados.
2. Las variables cuantitativas encontradas en campo facilitaron la generación de perfiles vegetativos, para conocer la forma vertical de cada sistema agroforestal, así mismo se conoció que los agricultores utilizan las especies *Terminalia oblonga* y *Tabebuia donnell-smithii*, esto se debe que se acoplan de manera exitosa con otras asociaciones brindando soporte y armonizan la estabilidad de la regeneración natural de las especies incorporadas.
3. Las 3 especies forestales que brindaron un índice de valor de importancia más alto de las 29 especies encontradas en campo fueron: *Tabebuia donnell-smithii* (18.22), *Coffea arabica* (17.77), *Terminalia oblonga* (16.78), esto se debe por aquellas especies que presentan un valor mayor las cuales poseen un patrón regular, mientras las de valor bajo son características de patrón agregado, irregular y disperso. Así mismo el índice de Shannon-wiener brinda un dato de (2.235), esto indica que la población muestreada es diversa y que se encuentra en equilibrio donde la comunidad es equitativa.

4. Se determinó los arreglos en los cuales los agricultores se guiaron para establecer cada uno de los sistemas agroforestales, donde el 90% utilizó un espaciamiento variado y no se rigieron de acuerdo a lo que establece el INAB (3*3), este parámetro causó que varios sistemas agroforestales tuvieran distanciamiento al azar, en algunos casos la densidad poblacional incrementó de acuerdo a la proporción del área productiva, donde la especie arbórea llega a ser menor y afectando el amortiguamiento necesario en el sistema agroforestal.

5. Las categorías de capacidad del uso de suelo del área en donde se establecen los sistemas agroforestales de estudio, nos indican que son áreas aptas para el desarrollo de las plantaciones forestales y por ser suelos con fines agrícolas, cualquier cultivo puede desarrollarse exitosamente.

VII. Recomendaciones

1. Dar seguimiento al estudio a través de investigaciones futuras para conocer las condiciones de los sistemas agroforestales, y establecer parámetros de evaluación para lograr SAF rentables y productivos.
2. Hacer una evaluación de la calidad y cantidad de materia orgánica producida por las asociaciones de especies forestales más comunes y su relación con el rendimiento de las variedades de *Coffea arabica* y *Theobroma cacao* más utilizadas.
3. Debido a que la mayoría de fincas son pequeñas y se realizan diferentes asociaciones de especies de sombra, evaluar qué tipo de combinaciones son más secuenciales en producción para obtener mejores rendimientos, tanto en frutales como en los cultivos anuales, perennes o agrícolas.
4. Es importante que el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, promueva estas dos especies forestales (*Tabebuia donnell-smithi* y *Terminalia oblonga*), esto se debe que son especies secuenciales y esto ayude conservar la base genética.
5. Se sugiere que en todas las unidades productivas, se incluya la especie arbustiva *Inga spp*, se considera que las diferentes especies de ingas son parte fundamental de los SAF con cultivos perennes, debido a que estas especies aportan suficiente cantidad de sombra, materia orgánica y leña.

VIII. Referencias bibliográficas

- Alvarado R. (3 de Febrero de 2007). *Generalidades del café*. Obtenido de Cultivo de café: Recopilado el 29 de octubre de 2022 de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/882/2/1.%20Generalidades.pdf>
- Andrade . (18 de Agosto de 2009). *Guía técnica el cultivo de cacao*. Obtenido de La fase productiva del cacao : Recopilado el 22 de agosto de 2022 de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>
- Aubl. (30 de Agosto de 1715). *Especies potenciales*. Obtenido de Bosques nubosos : Recuperado el 12 de octubre de 2022 de <https://plantasyflores.pro/arbol-de-bala-de-canon/>
- Batista. (15 de Marzo de 2009). *Generalidades de cultivos*. Obtenido de Guía práctica : Recuperado el 18 de octubre de 2022 de <https://iica.int/sites/default/files/2020-11/impresion%20GPCAFI%2010.2020.pdf>
- Cárdenas. (30 de Abril de 2000). *Índices vegetativos*. Obtenido de Importancia de los parámetros para los índices vegetativos: Recopilado el 14 de octubre de 2022 de <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1791/1/4701.pdf>
- Carrera, F. (13 de Mayo de 1996). *Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la reserva biosfera maya, Petén Guatemala*. Obtenido de orton.catie.ac.cr/: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A6503e/A6503e.pdf> recuperado el 06 de abril 2021
- Castañeda . (23 de Junio de 1997). *Manual de sistemas agroforestales para desarrollo rural* . Obtenido de Estudio de validación de implementación de SAF: Recuperado el 18 de septiembre del 2022 de https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline-_-42.pdf

- CATIE . (22 de Septiembre de 1999). *Diversidad Shannon*. Obtenido de Importancia de la agroforestería: Recopilado el 18 de octubre de 2022 de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6079>
- Cochran R.J. . (25 de abril de 1972). *Criterios para la aplicación*. Obtenido de Tipos de muestreo: Recuperado 14 de septiembre 2021 de <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>
- CONAFOR . (17 de Abril de 2009). *Establecimiento de sistemas agroforestales* . Obtenido de Impacto de los sistemas agroforestales : Recuperado el 31 de octubre del 2022 de https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_SISTEMAS_AGROFORESTALES.PDF
- Cottam & Curtis . (25 de Octubre de 1956). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural* . Obtenido de Diversidades : Recopilado el 25 de agosto de 2022 de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ecob,+025-042%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ecob,+025-042%20(1).pdf)
- Curtis&McIntosh. (5 de abril de 1951). *Composición y división vegetal Índice de valor de importancia*. Obtenido de Impacto en la diversidad arborea: Recuperado el 27 de marzo del 2023 de <https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n38/n38a3.pdf>
- Duaber, E. (30 de Agosto de 1995). *GUIA PRACTICA Y TEORICA PARA EL DISEÑO DE UN INVENTARIO FORESTAL*. Obtenido de orton.catie.ac.c: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/dt21%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/dt21%20(2).pdf) recuperado 06 de abril del 2021
- Ducke W. (20 de Noviembre de 2012). *Generalidades del cultivo de café* . Obtenido de El cultivo de café: Recopilado el 15 de septiembre de 2022 de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/paquete_tecnologico_cacao_cnch_enero_2012.pdf
- Enriquez L. (23 de enero-abril de 2013). *CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL EN SISTEMAS DE CAFÉ TRADICIONAL Y RÚSTICO*. Obtenido de Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 19, núm. 1:

- Recopilado el 30 de agosto del 2022 de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62926254005.pdf>
- Espinoza. (30 de Marzo de 2016). *Muestreo intencional* . Obtenido de Tipos de muestreo : Recuperado el 13 de septiembre del 2022 de <http://www.bvs.hn/Honduras/intencional/Tipos.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf>
- Fageria . (23 de Octubre de 2014). *Impacto del cultivo del café en el ambiente*. Obtenido de MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO DEL CAFE:
Recopilado el 24 de abril del 2023 de https://www.researchgate.net/publication/343728299_MANEJO_AGRONOMO_DEL_CULTIVO_DEL_CAFE
- FAO. (06 de Junio de 1998). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de [fao.org/](http://www.fao.org/): <http://www.fao.org/3/ae578s/AE578S06.htm> recuperado 06 de abril 2021
- FAO. (02 de Mayo de 1999). *Diseños de muestreo de las evaluaciones forestales nacionales* . Obtenido de Establecimiento de muestreo : Recuperado el 30 de agosto de 2022 de https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES_4_.pdf
- FAO. (17 de Septiembre de 2000). *Impacto sobre el cuidado del Acrocarpus fraxinifolius* . Obtenido de Establecimiento fitosanitario del cedro rosado : Recuperado el 04 de abril del 2023 de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/per67879.pdf>
- FAO. (14 de Agosto de 2004). *Inventario forestal nacional* . Obtenido de Manual de campo: Recopilado el 30 de agosto del 2022 de <https://www.fao.org/3/ae578s/ae578s.pdf>
- Farjon . (18 de Agosto de 1919). *Clasificación taxónomica de Cedrela odorata* . Obtenido de Importancia de la especie forestal : Recuperado el 05 de abril de 2023 de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/CEDROD.pdf

- Fassbender . (13 de Octubre de 2012). *Propiedades físicas del suelo* . Obtenido de Naturaleza física : Recopilado el 19 de octubre de 2022 de <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Figueroa . (07 de Febrero de 2009). *Sistemas Agroforestales* . Obtenido de Evaluación de los sistemas agroforestales : Recuperado el 26 de agosto del 2022 de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4779/sistemas_agroforestales.pdf
- Flores, H. (15 de Diciembre de 2018). *Prevención de incendios forestales*. Obtenido de Revista forestal nacional: http://portal.inab.gob.gt/images/revista_forestal/Revista%20Forestal%20-%20Edicion%202.PDF-recuperado 12 de marzo del 2021
- Godínez. (22 de Julio de 1996). *La producción y el consumo del cacao*. Obtenido de Importancia del café: Recopilado el 12 de octubre de 2022 de https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf
- Goto . (17 de Septiembre de 2014). *Diseños muestrales de la investigación* . Obtenido de Ventajas del muestreo intencional : Recuperado el 10 de septiembre del 2022 de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DisenosMuestralesEnLaInvestigacion-5262273.pdf>
- Hernández C. (11 de Enero de 2019). *Método probabilístico* . Obtenido de Introducción a los tipos de muestreo: Recuperado 16 octubre 2021 de <https://alerta.salud.gob.sv/wp-content/uploads/2019/04/Revista-ALERTA-An%CC%83o-2019-Vol.-2-N-1-vf-75-79.pdf>
- Holdridge. (23 de Marzo de 2001). *Zona de vida*. Obtenido de Impacto de las zonas de vida : Recuperado el 15 de abril del 2023 de <http://www.cct.or.cr/contenido/wp-content/uploads/2017/11/Ecologia-Basada-en-Zonas-de-Vida-Libro-IV.pdf>
- Hund L. (25 de Julio de 2015). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Obtenido de Muestreo intencional: Recuperado el 7 septiembre 2021 de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

- ICAFE. (25 de Septiembre de 2011). *El mundo del café*. Obtenido de La importancia del café: Recopila el 01 de noviembre de 2022 de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/01/cafe.pdf>
- IICA. (24 de Febrero de 2017). *Manual técnico del cacao* . Obtenido de Impacto del cacao: Recopilado el 15 de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BVE17089191e.pdf>
- INAB . (15 de abril de 2002). *Manual para establecimiento de parcelas circulares* . Obtenido de Método de parcelas permanentes de muestreo : Recuperado el 19 de abril del 2023 del <https://www.inab.gob.gt/images/ifn/Manual%20de%20campo%20para%20implementar%20el%20IFN%2002.pdf>
- INAB . (24 de Julio de 2016). *Guía técnica de las especies forestales* . Obtenido de Importancia de las especies forestales : Recuperado el 5 de noviembre de 2022 de https://www.inab.gob.gt/images/centro_descargas/industria_comercio_forestal/Gu%C3%ADa%20de%20Especies%20Forestales%20para%20Le%C3%B1a.PDF
- INAB . (18 de Octubre de 2020). *Marco metodológico del segundo inventario forestal nacional* . Obtenido de Marco metodológico : Recopilado el 15 de octubre de 2022 de https://www.inab.gob.gt/images/ifn/Marco_Metodologico_IFN_2020.pdf
- INAB . (25 de Marzo de 2021). *Proceso de investigación de sistemas agroforestales* . Obtenido de Impacto de los sistemas agroforestales : Recuperado el 19 de marzo del 2023 de https://www.inab.gob.gt/images/ifn/Marco_Metodologico_IFN_2021.pdf
- INAB. (25 de Agosto de 2012). *Establecimiento de parcelas* . Obtenido de Guía práctica para establecimiento de parcelas permanentes: Recopilado el 18 de octubre de 2022 de https://www.inab.gob.gt/images/publicaciones/GUIA_PPMF%20coniferas.pdf

- INAB. (30 de Agosto de 2012). *Instituto Nacional de bosques*. Obtenido de Metodología PPM: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/metodologia_ppm_en_bnc.pdf
- INAB. (17 de septiembre de 2020). *Diseño y distribución de las unidades de muestreo* . Obtenido de Factibilidad de las unidades de muestreo : Recuperado el 11 de abril del 2023 de <https://snicc.marn.gob.gt/Documentos/Unidad%20y%20superficie%20de%20Muestreo/8.%20Documento%20de%20Dise%C3%B1o%20y%20distribuci%C3%B3n%20de%20las%20Unidades%20de%20Muestreo%20del%20IFN.pdf>
- INAB. (14 de Diciembre de 2021). *Importancia de los bosques*. Obtenido de Revista Forestal de Guatemala: Recopidado el 30 de agosto del 2022 de https://www.inab.gob.gt/images/revista_forestal/revista-forestal-edicion-9.pdf
- INE. (14 de Noviembre de 2013). *Instituto nacional de estadísticas*. Obtenido de [ine.gob.gt](https://www.ine.gob.gt): <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2013/12/09/HTJRlw5eqtB0oMsOWr06w7ajtW0BGHy7.pdf> recuperado 06 de abril del 2021
- Jiménez, M. I. (09 de Abril de 2009). *Conceptos dasométricos*. Obtenido de repositorio.unb.br/: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15920/1/LIVRO_Conceptos%20asometricos%20Fitosociologia.pdf recuperado 06 de abril del 2021
- Jost . (23 de octubre de 2006). *Medidas de diversidad* . Obtenido de Número equivalente especies : Recopilado el 23 de abril del 2023 de https://lillo.org.ar/revis/zoo/2012/v56n1_2/v56n1_2a01.pdf
- King. (22 de Marzo de 1986). *Clasificación taxonómica* . Obtenido de Importancia de la Swietenia macrophyllia : Recuperado el 20 de octubre de 2022 de <https://maderame.com/enciclopedia-madera/caoba/>
- L.K. Lour . (15 de Junio de 1984). *Manual de productores forestal maderero*. Obtenido de Versatilidad y renovación : Recuperado el 22 de octubre de 2022 de <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/teca.html>

- Lamprech H. (1986). Silvicultura de los trópicos. *Parámetros para la evaluación desilvicultura* , 172-175.
- Lorenzo JR. (25 de Junio de 2006). *Impacto del tamaño de las parcelas permanentes de muestreo* . Obtenido de Eficacia del inventario forestal :Recuperado el 24 de marzo del 2023 de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3290/Parcelas_perma_nentes_de_muestreo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lower . (30 de Junio de 1998). *Taxonómia de Couroupita guianensis* . Obtenido de Resumen vegetativo: Recuperado el 29 de marzo del 2023 de <https://www.iucnredlist.org/species/33969/9825349>
- M. Sousa. (23 de Abril de 1993). *Diversidad taxonómica*. Obtenido de Enciclopedia taxonómica: Recuperado el 13 de octubre de 2022 de <https://dem.colmex.mx/ver/cuje>
- MAGA. (24 de Marzo de 2000). *Clasificación taxonómica de suelos de Guatemala*. Obtenido de Tipos de usos de suelos: <https://www.maga.gob.gt/download/clasificacion-suelo.pdf> recuperado 30 de marzo de 2021
- MAGA. (15 de Marzo de 2009). *Clasificación de capacidad de uso de tierra* . Obtenido de Aplicación de una metodología : Recuperado el 24 de agosto de 2022 de https://www.maga.gob.gt/images/centro_descargas/manuales/Clasificaci%C3%B3n%20de%20tierras%20por%20capacidad%20de%20uso.pdf
- MAGA. (20 de Febrero de 2013). *Introduccion de uso de suelo*. Obtenido de Estudio semidetallado de los suelos del departamento de suchitepéquez: <https://www.maga.gob.gt/wp-content/uploads/pdf/suelos/suchitepéquez1.pdf> recuperado el 30 de marzo del 2021
- MAGA. (04 de Marzo de 2017). *Departamento de Suchitepéquez*. Obtenido de Perfil departamental: https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/suchitepequez_1.pdf recuperado 06 de abril 20 de 2021

- Mangurran . (31 de Agosto de 1988). *Índice de diversidad de Shannon-wiener* .
Obtenido de Índices de diversidad : Recopilado el 19 de agosto de 2022 de
<https://statologos.com/indice-de-diversidad-de-shannon/>
- Martínez . (19 de Febrero de 2014). *Importancia de los huertos caseros en los SAF*.
Obtenido de Diseño e implementación : Recuperado el 21 de octubre de 2022
de
[https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2527/33677799.pdf?
sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2527/33677799.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Matteuccis & Colma. (05 de Mayo de 1982). *Índice de valor importancia* . Obtenido
de Diversos índices para la evaluación de la vegetación : Recopilado el 19
de octubre de 2022 de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp01p451.pdf>
- Meza L. (13 de Septiembre de 2017). *Caracterización de sistema agroforestal*.
Obtenido de Impacto de los sistemas agroforestales : Recopilado el 15 de
agosto de 2022 de
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/22/Leal-Jymmy.pdf>
- Montagnini. (24 de Noviembre de 2015). *Sistemas agroforestales funciones
productivas, socioeconómicas y ambientales* . Obtenido de Plantaciones
forestales : Recuperado el 2 de octubre de 2022 de
<https://core.ac.uk/download/pdf/189933518.pdf>
- Mora. (25 de Octubre de 2008). *Clasificación taxonómica del café* . Obtenido de
Taxonomía : Recopilado el 15 de octubre de 2022 de
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>
- Mull Arg. (18 de Julio de 1915). *Revisión taxonómico* . Obtenido de Elementos
trópicos : Recuperado el 19 de junio de 2022 de
[https://www.researchgate.net/publication/349870480_Revision_taxonomica
_del_genero_Sapium_JacqEuphorbiaceae_en_Honduras](https://www.researchgate.net/publication/349870480_Revision_taxonomica_del_genero_Sapium_JacqEuphorbiaceae_en_Honduras)
- Orozco L.&. (22 de octubre de 2002). *Levantamiento de parcelas permanentes de
muestreo* . Obtenido de Eficacia del levantamiento en campo : Recuperado
el 28 de marzo del 2023 de [https://selvamaya.info/wp-
content/uploads/2022/01/Fichaslistasparcelas.pdf](https://selvamaya.info/wp-content/uploads/2022/01/Fichaslistasparcelas.pdf)

- Paredes. (26 de Julio de 2009). *Manual del cultivo de cacao* . Obtenido de Requerimientos del cacao : Recopilado el 23 de octubre de 2022 de <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>
- Pineda A. (30 de Julio de 2014). *Análisis del sistema de parcelas permanentes de medición en los bosques de Guatemala*. Obtenido de (CONESFORGUA): Recopilado el 14 de marzo del 2023 de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/Consultor%C3%ADa_Estadistica_IFinal.pdf
- Rivas . (10 de Mayo de 2005). *Producción en sistemas agroforestales PRO -SAF y simultáneos* . Obtenido de La producción y sus beneficios : Recuperado el 10 de octubre del 2022 de <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/agroforestalesbaja.pdf>
- Robles. (18 de febrero de 2005). *Sistemas de clasificación de zonas de vida*. Obtenido de Ecosistemas de Guatemala: Recuperado el 24 de agosto de 2022 <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/02/Ecosistemas-de-Guatemala-final.pdf>
- Rodríguez. (25 de octubre de 2005). *Las variables dasométricas evaluadas en parcelas permanentes de muestreo*. Obtenido de Método de evaluación de estudio : Recuperado el 28 de marzo del 2023 de https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15920/1/LIVRO_Conceptos%20Dasometricos%20Fitosociologia.pdf
- Rose . (24 de septiembre de 1982). *Taxonomía *Tabebuia donnell-smithii**. Obtenido de Propagación *Tabebuia donnell-smithii*: Recopilado el día 18 de abril del 2023 de https://www.researchgate.net/publication/321638911_PROPAGACION_DE_Tabebuia_Donnell-Smithii_Rose_GUAYACAN_BLANCO_UTILIZANDO_HORMONAS_DE_EN_RAIZAMIENTO

- Roxb . (23 de Octubre de 1914). *Enciclopedia de la madera* . Obtenido de Tipos de madera del mundo : Recuperado el 17 de octubre de 2022
<https://maderame.com/enciclopedia-madera/teca/>
- S. Sharry . (26 de Marzo de 2001). *Clasificación de los sistemas agroforestales* . Obtenido de Bases implementarios de los SAF : Recuperado el 18 de octubre del 2022 de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/132087/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Salazar . (12 de agosto de 2007). *Efectividad de las parcelas circulares* . Obtenido de Sistematización de las diferentes parcelas permanentes : Recuperado el 18 de marzo del 2023 de
<https://7cfe.congresoforestal.es/sites/default/files/comunicaciones/13.pdf>
- Salguero . (25 de Noviembre de 2007). *Guía práctica para implementación de SAF* . Obtenido de Implementación con árboles maderables : Recuperado el 19 de agosto del 2022 de
https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf
- Sánchez H. (23 de abril de 2007). *Impacto del cacao* . Obtenido de Valor del cacao en el presente : Recuperado el 10 de abril del 2023 de
https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_bas e.pdf
- Trujillo . (26 de Abril de 1990). *Manual de establecimiento y manejo de sistema agroforestal* . Obtenido de Plantaciones y silvopastoril : Recuperado el 30 de septiembre de 2022 de
https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc20b0d207c6.pdf
- Trujillo . (25 de Febrero de 2005). *Clima de Suchitepéquez* . Obtenido de Descripción ecológica de Suchitepéquez : Recuperado el 18 de marzo del 2023 de
<https://es.scribd.com/document/389531901/Clima-de-Suchitepequez#>
- Valdez, R. (24 de Diciembre de 2010). *Planificación municipal*. Obtenido de Plan de desarrollo de Mazatenango, Suchitepéquez:

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PDM_1001.pdf recuperado el 02 de abril del 2021

Wight&Arn . (25 de Febrero de 1985). *Clasificación taxonómica* . Obtenido de Jardín botánico : Recuperado el 18 de marzo del 2023 de <http://jardin-mundani.blogspot.com/>

Wilkes . (25 de Junio de 2006). *Guía de implementación, el manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales* . Obtenido de Guía metodológica para la implementación : Recuperado el 23 de septiembre del 2022 de <https://www.bivica.org/files/sistemas-agroforestales-guia.pdf>

Vo. Bo.


Lcda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSURCC.



IX. Anexos

Boleta de entrevista

Datos Generales

1. Nombre del propietario
2. Extensión sembrada de su cultivo

No. De parcela.

Tenencia de la tierra

Propia _____ Arrendada _____

¿Qué edad tiene el cultivo?

¿Qué cantidad cosechan por cuerda, y cuál es la productividad?

¿En cuánto tiempo realizan esta actividad?

¿Problema más importantes del cultivo?

Forestal

1. Aparte de sombra, ¿para qué otra actividad lo utiliza?
2. Les representa algún beneficio al tenerlos, ¿Cuáles son esos beneficios?
3. ¿A qué distancia del cultivo deja los árboles?
4. Si realiza desombre, ¿En qué mes lo hace?

Fecha _____ Finca _____
 _____ Nombre del propietario _____ No. Registro de SAF
 _____ Tipo de arreglo
 Ubicación _____
 Coordenada X _____ Coordenada Y _____ Altitud _____ No de parcela _____

No	Especie (nombre común)	Nombre científico	DAP (cm)	Altura(m)	Distan(m)	Espaciamiento en cada árbol	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Observaciones
----	---------------------------	-------------------	-------------	-----------	-----------	--------------------------------	-----------------	--------------------	---------------

Fecha		25-08-2021			Finca		Santa Cecilia		
Nombre del propietario o representante: Hamilton Barrios					No. Registro de SAF- Café 559				
Municipio		Pueblo Nuevo							
Coordenada X		Coordenada Y 1618095			Altitud 994		Precisión 3 m		
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Canoj	56	22	0	9.6	1	2	1	
2	Canoj	28	19	11.8	10.5	1	2	2	
3	Canoj	45	21	11.9	3.89	1	2	1	Tiene una rama
4a	Guayaba	10.5	11	13	4.5	1	2,5	1	
4b	Guayaba	12.3	11	13.8	4	1	2,5	2	
5	Palo blanco	24	17	6.28	11	1	1,2	1	
7	Canoj	41	19	10.9	12.89	1	2	1	
8	Palo blanco	40.5	18	16.2	10.98	1	1,2	1	
9	Canoj	33.1	18	15.5	9.98	1	2	1	

Fecha		25-08-2021			Finca		Santa Cecilia			
Nombre del propietario o representante: Hamilton Barrios										
No. Registro de SAF- Café 559										
Municipio Pueblo Nuevo										
Coordenada X		390069			Coordenada Y		1618037		Altitud 932	Precisión 4 m
No de parcela 2										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones	
1	Volador	33.2	20	0	14.89	1	1,2	1		
2	Volador	23.6	17.7	9.9	11.34	1	1,2	2		
3	Volador	36.6	21	14.3	12.03	1	1,2	1		
4	Chalum	23.1	17	13.87	9.88	1	2	1		
5	Volador	19.1	18	11.9	10.23	1	1,2	2		
6a	Inga	12	9.8	13.8	10	1	2,5	1		
6b	Inga	12.8	9.64	13.82	10.2	1	2,5	1		
7	Inga	13	9.8	13	10.98	1	2,5	1		
8	Inga	12	8.3	14.4	10.68	1	2,5	4		
9	Inga	10	8	14	10.34	1	2,5	2		
10	Inga	28.7	12.1	16.5	10.54	1	2,5	1		
11	Volador	31	20	13.25	11.09	1	1,2	1		
12	Volador	28	19	17.7	12	1	1,2	1		
13	Volador	64	24	11	15.89	1	1,2	1		
14	Inga	14.9	9	16	9.98	1	2,5	2		

Fecha		02-06-2021			Finca		Agrícola Parraxé S.A.			
Nombre del propietario o representante: Ernesto Porras Mirón										
No. Registro de SAF- Café 497										
Municipio Samayac										
Coordenada X		396133		Coordenada Y		1613654		Altitud 687		Precisión 4 m
No de parcela 1										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones	
1	Cedro mundani	14.5	19	1.3	12.98	1	1	4		
2	Cedro mundani	18	18.6	9	12	1	1	4		
3	Teca	22.2	14	12.4	9.97	1	1	1		
4	Cedro mundani	9.4	17	6.5	12.23	1	1	1,5		
5	Cedro mundani	6.5	17	17	12.35	1	1	2		
6	Laurel	20	15	15.78	9.34	1	1	1		
7	Cedro mundani	15.3	18	12.34	10.49	5	1	1		
8	Cedro mundani	15	17	10.98	10.98	1	1	2		
9	Cedro mundani	15	18	3.4	10	1	1	4		
10	Cedro mundani	14	17	3.56	11.78	1	1	2		
11	Cedro mundani	14.7	18.6	5.68	10.67	1	1	4		
12	Palo blanco	39.3	19	16.98	13.69	1	1	4		
13	Cedro mundani	16	18	4.98		5	1	3	Sin copa	
14	Cedro mundani	18.1	19	11	12	1	1	1		
15	Cedro mundani	17.3	19	16	12.09		1	4		
16	Cedro mundani	16	19	14	11.89		1	1		
17	Cedro mundani	13.7	15	9.78	12.34		1	1		
18	Cedro mundani	14.9	18	7	12	1	1	1		

Fecha	02-06-2021				Finca	Agrícola Parraxé S.A.			
Nombre del propietario o representante: Ernesto Porras Mirón					No. Registro de SAF- Café 497				
Municipio Samayac									
Coordenada X 396713			Coordenada Y 1613130			Altitud 658		Precisión 4 m	
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Caoba	38.3	20	2.34	13.87	1	1	1	
2	Cedro Mundani	31.6	18	6.98	9.76	1	1	2	
3	Cedro Mundani	11.2	18	11.45	10.34	1	1	1	
4	Cedro Mundani	49	19	17.57	9.3	1	1	5	
5	Cedro Mundani	19.5	18	9.28	10	1	1	2	
6	Palo blanco	22.2	20	14.3	13	1	1	1	

Fecha	09-08-2021				Finca	Palofox			
Nombre del propietario o representante:					No. Registro de SAF-				
Municipio Nahualate, Chicacao									
Coordenada X 404247		Coordenada Y 159698		Altitud 159		Precisión 6m			
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Palo blanco	24.5	18	8.9	12	1	1	1	
2	Palo blanco	28.9	18	9	13	1	1	2	
3	Madre cacao	26.4	17	4.5	10	1	1	1	
4	Madre cacao	26.2	16	3.9	8.98	1	1	1	
5	Palo blanco	29.1	17	12.8	9.34	1	1	1	
6	Palo blanco	24.6	19	13.4	11	1	1	1	
7	Palo blanco	22.8	18	15.48	10	1	1	4	
8	Palo blanco	26.1	18	2.4	8	1	1	1	

Fecha 09-08-2021				Finca Palofox					
Nombre del propietario o representante:				No. Registro de SAF-					
Municipio Nahualate, Chicacao									
Coordenada X 404297		Coordenada Y 1597002			Altitud 164		Precisión 9 m		
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Palo blanco	34.2	19	0	12	1	1	1	
2	Palo blanco	37.1	16	8.8		5	1		Sin copa
3	Palo blanco	29.2	18	10.16	12.02	1	1	1	
4	Caoba	10.1	11	10	9	1	1	1	
5	Caoba	18	11	8.8	9	1	1	1	

Fecha 26-07-2021				Finca María del Carmen					
Nombre del propietario o representante: José Eizaguirre Abascal				No. Registro de SAF- Café 164					
Municipio Santa Bárbara									
Coordenada X 419893		Coordenada Y 11596959			Altitud 437		Precisión 7 m		
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Cedro	73	21	17.83	16	1	1	1	Árbol borde
2	Volador	71	24.5	17.65	18.6	1	1	1	Árbol borde
3	Volador	41.6	20	0	16.89	1	1	1	
4	Volador	53	20	9.5	16.89	1	1	1	

Fecha 26-07-2021				Finca María del Carmen					
Nombre del propietario o representante: José Eizaguirre Abascal				No. Registro de SAF- Café 164					
Municipio Santa Bárbara									
Coordenada X 419896		Coordenada Y 11596961			Altitud 437		Precisión 7 m		
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1a	Cedro	14.3	14	0	10	1	1	1	
1b	Cedro	16.8	14	0	10	1	1	1	
2	Aguacate	15.6	13	6.3	12	1	2,5	1	
3	Cedro	12.3	13.5	4.7	8	1	1	1	

Fecha	14-06-2021				Finca	Parcela Antonio			
Nombre del propietario o representante: Antonio López					No. Registro de SAF- Cacao 21				
Municipio Mazatenango									
Coordenada X 392951		Coordenada Y 1606395		Altitud 333		Precisión 5 m			
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Nance	35.5	14	14.6	12.98	1	2,5	1	
2	Palo blanco	45.5	22	16.7	15.8	1	1	1	
3	Chonte	29.8	19	15.5	12	1	2	1	
4	Palo blanco	41.2	21	15.7	15.23	1	1	1	
5	Palo blanco	28.4	18	16.9	14	1	1	1	
6	Caoba	43	22	7.8	9.34	1	1	1	
7	Caoba	38.5	20	12.3	10	1	1	1	
8	Chonte	35.5	20	8	11.34	1	2	2	
9	Caoba	31	19	10.3	10	1	1	4	
10	Caoba	38.5	19	14.9	11.98	1	1	2	
11	Laurel	24	16	0	10.23	1	2	4	

Fecha	14-06-2021				Finca	Parcela Antonio			
Nombre del propietario o representante: Antonio López					No. Registro de SAF- Cacao 21				
Municipio Mazatenango									
Coordenada X 392997		Coordenada Y 1606389		Altitud 349		Precisión 5 m			
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser.
1	Cedro	36	19	10	13.45	1	1	1	
2	Cedro	52	20	6.9	15	1	1	1	
3	Caoba	24	19	7.2	12	1	1	1	
4	Caoba	22	19	7.8	12.68	1	1	1	
5	Palo blanco	46	19	9	11.55	1	1	1	
6	Cedro	28.5	19	11.15	13.89	1	1	1	
7	Cedro	26	18	11.8	10	1	1	1	
8	Palo blanco	41	18	11.1	11.48	1	1	1	
9	Cedro	40	18	10.6	10	1	1	4	
10	Palo blanco	29	19	10	11.46	1	1	1	

Fecha	30-06-2021				Finca	San Juan S.A			
Nombre del propietario o representante: Rodrigo Bonifasi					No. Registro de SAF- Café 436				
Municipio Zunilito									
Coordenada X	392327	Coordenada Y	1617796			Altitud	945	Precisión 4 m	
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Palo blanco	34	19	13.04	7.89	1	1	1	
2	Palo blanco	39.4	20	13.54	7.65	1	1	1	
3	Palo blanco	36	19.5	7.84	9.89	1	1	1	
4	Volador	28	21	3	9.98	1	1	1	

Fecha	30-06-2021				Finca	San Juan S.A			
Nombre del propietario o representante: Rodrigo Bonifasi					No. Registro de SAF- Café 436				
Municipio Zunilito									
Coordenada X	392347	Coordenada Y	1617990			Altitud	956	Precisión 3 m	
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Volador	37.5	19	2.5	9.79	1	1	1	

Fecha	05-08-2021				Finca	San Lorencito			
Nombre del propietario o representante:					No. Registro de SAF Café				
Municipio Zunilito									
Coordenada X	391476	Coordenada Y	1614235			Altitud	701	Precisión 5 m	
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser.
1	Canoj	42	19	0	12	1	1	1	
2	Volador	25.6	20	7.4	15.6	1	1	1	
3	Volador	13.2	14	5.3	14	1	1	1	
4	Volador	24.1	18	12.66	13.98	1	1	1	
5	Volador	30.2	22	10.9	10.6	1	1	1	
6	Volador	16	16	9	12.09	1	1	5	

Fecha		05-08-2021				Finca		San Lorencito	
Nombre del propietario o representante:						No. Registro de SAF Café			
Municipio		Zunilito							
Coordenada X		391721		Coordenada Y		1614571		Altitud 722	
								Precisión 6 m	
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste(A3)	Obser.
1	Melina	39.6	20	0	12	1	1	1	
2	Melina	36.5	19	7.33	11.34	1	1	1	
3	Melina	28.8	18	13.65	10.98	1	1	1	
4	Palo blanco	28.2	19	13.45	12.34	1	1	1	
5	Volador	41	21	8.3	12	1	1	1	
6	Melina	33.9	19	13.1	13.57	1	1	1	
7	Melina	31.2	19	5.4	10	1	1	1	
8	Cedro	12.1	14	7.1	9.98	1	1	1	
9	Melina	21.2	17	5.2	14.56	1	1	1	
10	Melina	43	21	8.6	16.78	1	1	1	
11	Melina	29.4	20	10.9	15	1	1	1	
12	Melina	37.8	20	5.15	Sin copa	5	1	4	
13	Melina	59.2	22	11.78	19.67	1	1	1	
14	Caoba	11.5	14	8.65	Sin copa	5	1	4	

Fecha		13-08-2021				Finca		Buena Vista	
Nombre del propietario o representante: Juan Rodríguez						No. Registro de SAF-Café 337			
Municipio		Samayac							
Coordenada X		394659		Coordenada Y		1614370		Altitud 742	
								Precisión 6 m	
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura de copa	E. fito(A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste(A3)	Obser
1	Volador	44	19	0	18	1	1	1	
2	Volador	19.5	18	12.7	12.5	1	1	2	
3	Volador	40	18	17.41	14.78	1	1	1	

Fecha	13-08-2021				Finca	Buena Vista			
Nombre del propietario o representante: Juan Rodríguez					No. Registro de SAF-337				
Municipio					Samayac				
Coordenada X	394616	Coordenada Y	1614257	Altitud	738	Precisión 4 m			
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distancia	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Volador	31.2	18	0	11.5	1	1	1	
2	Canoj	62.9	19	14	15.76	1	1	2	
3	Palo blanco	28.2	19	1.95	13.98	1	1	1	
4	Palo blanco	32	21	8.7	10.58	1	1	5	
5	Volador	42.5	20	13.8	16	1	1	1	
6	Cedro	37.2	19	9.3	14.2	1	1	1	
7	Cedro	55	19	10.45	13.67	1	1	4	
8	Volador	33	20	11.75		1	1	1	Sin copa

Fecha	18-08-2021				Finca	El Retiro			
Nombre del propietario o representante: Hamilton Barrios					No. Registro de SAF- Café 558				
Municipio					Chicacao				
Coordenada X	406663	Coordenada Y	1612794	Altitud	698	Precisión 7 m			
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distancia	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Canoj	54.9	16	0		4	2	1	
2	Inga	19	9	17.8	10.98	1	2,5	2	
3	Canoj	46	18	7.5	13.98	1	2	1	
4	Canoj	46.5	21	10.5	12	1	2	5	
5	Canoj	30	19	14.6	13.8	1	2	1	
6	Inga	23	9.78	8.98	10.67	1	2,5	1	

Fecha		18-08-2021				Finca		El Retiro	
Nombre del propietario o representante: Hamilton Barrios						No. Registro de SAF Café 558			
Municipio		Chicacao							
Coordenada X		406596		Coordenada Y		1612751		Altitud 695	
								Precisión 4 m	
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distancia	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones
1	Inga	26	8.5	3.5	12.5	1	2,5	4	
2	Macadamia	14	7	7.5	12.78	1	2	1	
3	Palo blanco	49	28	0	15.76	1	1	1	
4	Inga	19	7.5	10.5	12.45	1	2,5	1	
5	Macadamia	10	8.5	12.5	12	1	2	1	
6	Macadamia	12	8.5	4.6	12	1	2	1	
7	Macadamia	14	8	4.2	12.23	1	2	1	
8	Macadamia	12	7.5	6.8	12.34	1	2	1	
9	Macadamia	12	8	7.5	12.35	1	2	1	
10	Macadamia	11	8.5	14.5	12.45	1	2	1	
11	Macadamia	12	8.5	12	11.89	1	2	1	
12	Palo blanco	20.5	20	13	13.56	1	1	1	
13	Palo blanco	44	22	6.5	17.5	1	1	1	
14	Palo blanco	55	24	4.5	18	1	1	1	
15	Inga	19	10	7.5	8.5	1	2,5	1	

Fecha	12-07-2021				Finca	Chitalón			
Nombre del propietario o representante:					No. Registro de SAF-				
Municipio Mazatenango									
Coordenada X		389231	Coordenada Y		1610997	Altitud	465	Precisión 3 m	
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste(A3)	Obser
1	Palo blanco	22.6	19	0	11	1	1	1	
2	Inga	15	10	15.76	8	1	2,5	2	
3	Inga	14.5	9	6.7	10	1	2,5	2	
4	Inga	20.2	9	6.32	8	1	2,5	1	
5	Palo blanco	22.5	17	13.4	13	1	1	1	
6	Palo blanco	22	20	8.45	16	1	1	1	

7	Inga	18	10	13.6	8	1	2,5	1	
8	Palo blanco	25.8	21	16.22	12	1	1	2	
9	Palo blanco	22.5	18	9.5	14	1	1	1	
10	Inga	16.8	10	7.4	17	1	2,5	1	
11	Inga	12.8	10	14.5	9	1	2,5	1	
12	Palo blanco	25.3	19	10.4	12	1	1	1	
13	Inga	18.1	11	5.95	14	1	2,5	1	
14	Palo blanco	22.9	21	12.2	16	1	1	2	

Fecha	12-07-2021				Finca	Chitalón			
Nombre del propietario o representante:					No. Registro de SAF-				
Municipio Mazatenango									
Coordenada X		389270	Coordenada Y		1610054	Altitud	483	Precisión 3 m	
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste(A3)	Obser
1	Palo blanco	23.2	20	0	10	1	1	1	
2	Chalúm	14.5	4	6.1	5.9	1	2	4	
3	Palo blanco	20.8	19	12.5	12	1	1	2	
4	Palo blanco	22.9	19	10.3	12.89	1	1	1	

5	Palo blanco	20.6	19	8.25	9.87	1	1	1	
6	Palo blanco	18.2	17	16.5	12	1	1	5	
7	Palo blanco	20.7	18	8.4	8.98	1	1	2	
8	Palo blanco	21.9	18	10.9	16	1	1	5	
9	Inga	13.09	6	6.86	10	1	2,5	1	
10	Palo blanco	21.06	18	13.56	12	1	1	1	

Fecha		05-07-2021			Finca Santa Elisa					
Nombre del propietario o representante: Edgar Mazariegos				No. Registro de SAF- Café 651						
Municipio Cuyotenango										
Coordenada X		387297		Coordenada Y		1610191		Altitud 389		Precisión 3 m
No de parcela 1										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser	
1	Cedro	21	19	0	9.98	1	1	1		
2	Palo blanco	18.5	18	3.7	12.45	1	1	1		
3	Hormigo	17.4	18	7.7	10.98	1	1	1		
4	Zapote	10.6	17	5.6	13.78	1	2,5	1		
5	Hormigo	11.4	18	10.5	11.98	1	1	1		
6	Hormigo	8.3	18	10.7	11.46	1	1	1		
7	Hormigo	9.3	18	12.4	11.67	1	1	1		
8	Hormigo	14.4	18	13.4	11.78	1	1	1		
9	Madre cacao	11.6	18	2.8	12	1	1	1		
10	Palo blanco	23.4	19	12.9	12.67	1	1	1		
11	Laurel	9.6	17	2.99	10	1	2	1		
12	Cedro	32.6	17	9	12	1	1	1		
13	Naranja	16.6	15	12.6	9	1	2,5	1		

Fecha		05-07-2021			Finca Santa Elisa					
Nombre del propietario o representante: Edgar Mazariegos				No. Registro de SAF- Café 651						
Municipio Cuyotenango										
Coordenada X		387294		Coordenada Y		1610194		Altitud 389		Precisión 3 m
No de parcela 2										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser	
1	Cedro	38.1	20	0	10	1	1	1		
2	Plumillo	15.7	15	6.6	8	1	1	1		
3	Inga	8.6	9	9.88	7.8	1	2,5	1		
4	Cedro	19.9	17	6.9	9.98	1	1	1		
5	Plumillo	31.3	17	9	14	1	1	1		
6	Volador	16.1	18	8	13.78	1	1	1		
7	Palo blanco	21.5	19	10.59		1	1	1	Sin copa	
8	Cedro	16.6	17	10.1	9.65	1	1	1		
9	Cedro	16.8	17	14.5	9.8	1	1	1		
10	Mango	11	18	9	12.67	1	2,5	1		
11	Palo blanco	20	18	9.5	13.78	1	1	1		
12	Palo blanco	30.3	18	10.8	12.65	1	1	1		

Fecha		23-06-2021		Finca Valdivia						
Nombre del propietario o representante: Juan Ramón Alvarado				No. Registro de SAF- Café 91						
Municipio San Pablo Jocopilas										
Coordenada X		398089		Coordenada Y		1612830		Altitud 742		Precisión 4 m
No de parcela 1										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito(A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser	
1	Volador	23	23	4.5	13.45	1	1	1		
2	Volador	16	19	7	13	1	1	1		
3	Inga	7	9.78	10.3	10.01	1	2,5	1		
4	Volador	39	25	12.9	12.98	1	1	1		
5	Volador	25	23	5.9	13	1	1	1		
6	Volador	37	23	6	13.23	1	1	1		
7	Inga	9	9.87	14.6	10.5	1	2,5	1		
8	Volador	31.8	21	16.2	13.43	1	1	1		
9	Volador	26.4	21	17.3	13.78	1	1	1		
10	Volador	80	28	17.7	14.78	1	1	1		
11	Inga	7	10	2	10.67	1	2,5	1		
12	Canelillo	59.5	21	16.9	12	1	2	1		

Fecha		23-06-2021		Finca Valdivia						
Nombre del propietario o representante: Juan Ramón Alvarado				No. Registro de SAF- Café 91						
Municipio San Pablo Jocopilas										
Coordenada X		398087		Coordenada Y		1612833		Altitud 789		Precisión 4 m
No de parcela 2										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones	
1	Cedro	35.5	22	4.6	12	1	1	1		
2	Madre cacao	18	17	6	11.98	1	1	1		
3	Inga	31	9	10.2	10.01	1	2,5	1		
4	Inga	4	9	8.6	10.43	1	2,5	1		
5	Canoj	9	12	12	12.89	1	2	1		
6	Canoj	6.5	6.9	6.9	12.87	1	2	1		
7	Tetaaguacate	22.5	15.8	15.8	13	1	2	1		
8	Volador	24	18	5	12.78	1	1	1		
9	Canoj	8	11	16.9	13.78	1	2	1		
10	Canoj	35	15	14	14.78	1	2	1		
11	Canoj	6.7	13	12.9	10.67	1	2	1		
12	Canoj	4.5	12	3.7	11.54	1	2	1		
13	Inga	21.5	9.89	11.8	10.67	1	2,5	1		
14	Volador	54.2	20	17.2	12	1	1	1		

Fecha		29-06-2021		Finca Sin nombre						
Nombre del propietario o representante: Carlos Suhul				No. Registro de SAF- Cacao 9						
Municipio		San Antonio								
Coordenada X		404031		Coordenada Y		1605884		Altitud 333		Precisión 3 m
No de parcela 1										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Observaciones	
1	Tapalcuite	13	11	5.55	10.34	1	2	1		
2	Volador	25.6	19	6.3	11.67	1	1	1		
3	Volador	17	20	6.2	11.98	1	1	1		
4	Tapalcuite	10.2	7	7.5	10.59	1	2	1		
5	Volador	16.1	15	9.65	12.78	1	1	1		
6	Madre cacao	12.3	11	12	11.78	1	1	1		
7a	Melina	7.3	10	4.3	9.98	1	1	1		
7b	Melina	11.2	10	17	6.78	1	1	1		
8	Volador	29	20	10.2	12	1	1	1		
9	Tapalcuite	10.2	11	13.6	10.65	1	2	1		
10	Volador	16.1	15	4.5	12	1	1	1		
11	Volador	33	18	8.3	12.21	1	1	1		
12	Volador	15.1	21	14.9	10.32	1	1	1		
13	Amarillo	12.2	15	9	9.67	1	2	1		
14	Cedro	41.2	21	11.9	10	1	1	1		
15	Volador	26.8	18	13.43	11.34	1	1	1		
16	Aguacate	21.2	14	4.4	9.65	1	2,5	1		
17	Palo blanco	15.8	15	5.3	11.98	1	1	1		
18	Canoj	33.3	17	5.7	10	1	2	1		

Fecha	29-06-2021				Finca Sin nombre				
Nombre del propietario o representante: Carlos Suhul No. Registro de SAF- Cacao 9									
Municipio San Antonio									
Coordenada X 404035 Coordenada Y 1605889 Altitud 333 Precisión 3 m									
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser
1	Volador	21	19	5.9	10.59	1	1	1	
2	Aguacate	17	13	6	11.98	1	2,5	1	
3	Amarillo	11.1	10	7.25	10.67	1	2	5	
4	Canoj	14.4	13	12.9	9.56	1	2	5	
5a	Chonte	15.7	13	14.25	9.24	1	2	5	
5b	Chonte	13.1	13	14.25	9.43	1	2	1	
6	Volador	13.9	11	13	10	1	1	1	
7	Chonte	14.9	13	9.16	9.47	1	2	1	
8	Canoj	16.5	13.5	3.5	8.76	1	2	1	
9	Chonte	7.4	9	4.95	8	1	2	1	
10	Canoj	15.5	11	7.9	9.78	1	2	1	
11a	Chonte	8.8	9	9.6	9	1	2	1	
11b	Chonte	5.2	7	10	7.98	1	2	5	
12	Volador	15.2	13	12.3	9.87	1	1	2	

Fecha	22-07-2021				Finca Colima				
Nombre del propietario o representante: Florencio Gutierrez No. Registro de SAF- Café123									
Municipio Chicacao									
Coordenada X 404825 Coordenada Y 1615635 Altitud 750 Precisión 5 m									
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste (A3)	Obser
1	Canoj	37	17	7.3	14	1	2	1	
2	Canoj	36.2	16	11	10	1	2	5	
3	Canoj	24.8	12	11.2	16	1	2	2	
4	Tepoaguacate	24.5	15	4.5	10	1	2	1	
5	Canoj	28.7	18	3.4	12	1	2	5	
6	Canoj	19.6	14	9.7	11.5	1	2	2	
7	Canoj	27.2	16	15.1	11.89	1	2	2	

Fecha	22-07-2021				Finca	Colima			
Nombre del propietario o representante: Florencio Gutierrez					No. Registro de SAF- Café123				
Municipio Chicacao									
Coordenada X	404827	Coordenada Y	1615638		Altitud	753			
Precisión 5 m									
No de parcela 2									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. Fuste ^(A3)	Observaciones
1	Canoj	19.8	10	6.3	14	1	2	1	
2	Canoj	28.5	14	6.86	13	1	2	1	
3	Mango	18.4	14	16.2	12.34	1	2,5	1	
4	Canoj	18.2	14	15.8	13.23	1	2	1	
5	Chonte	22.9	13	5.8	8.67	1	2	1	
6	Volador	11.2	10	9.6	10	1	1	1	
7	Guayaba	10.2	12	4.7	9.8	1	2,5	1	
8	Canoj	32.5	17	11.5	11	1	2	1	

Fecha	10-08-2021				Finca	Los Ángeles			
Nombre del propietario o representante:					No. Registro de SAF-				
Municipio Zunilito									
Coordenada X	391341	Coordenada Y	1616621		Altitud	847			
Precisión 4 m									
No de parcela 1									
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ. (A2)	Form. fuste (A3)	Obser
1	Palo blanco	27.1	17	10.45	8	1	1	1	
2	Volador	69	20	10	12	1	1	1	
3	Volador	41.3	19	8.9	9.5	1	1	1	
4	Volador	29.7	19	15.8	12.98	1	1	1	

Fecha		10-08-2021			Finca Los Ángeles					
Nombre del propietario o representante:				No. Registro de SAF-						
Municipio		Mazatenango								
Coordenada X		391340		Coordenada Y		1616622		Altitud 847		Precisión 4 m
No de parcela 2										
No	Especie	DAP	H (M)	Distan	Cobertura copa	E. fito (A1)	Uso princ.(A2)	Form. Fuste(A3)	Observaciones	
1	Volador	18.5	19	9.15	9.5	1	1	1		
2	Volador	26.3	18	14.3	10.8	1	1	1		
3	Volador	19.4	19	7.23	14.6	1	1	1		
4	Volador	39.3	17	9.95	8.76	1	1	5	Media copa	
5	Volador	22.1	16	16.25	10.5	1	1	1		
6	Volador	30.5	22	7.98	13.7	1	1	1		
7	Cedro	20.9	17	10.35	11.8	1	1	1		
8	Volador	57.3	23	9.9	9	1	1	1	Pocas ramas	
9	Cedro	16	14	13.3	10.67	1	1	1		
10	Cedro	18.7	17	14.8	7.6	1	1	1		
11	Volador	35.5	21	0	9.6	1	1	1		



Figura 23 Sistema agroforestal recepa de *Coffea arabica*



Figura 24 Toma de datos
Fuente: Menchú, 2021



Figura 25 SAF de *Coffea arabica* con asocio *Terminalia oblonga*



Figura 26 Entrevista a un productor
Fuente: Menchú, 2021



Figura 27 Toma de datos (DAP)
Fuente: Menchú, 2021



Figura 28 Café Bourbon



Figura 29 Sistema agroforestal de *Theobroma cacao*



Figura 30 SAF de *Coffea arabica* con banano y especies arbóreas

COMPONENTES DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE CAFÉ Y CACAO					
Finca	Distanciamiento de siembra (m)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	No de plantas	Tipo de cultivo
Parraxé	3*3	0.93	1.2	24	Café
Parcela Antonio	5*5	3.67	4.84	15	Cacao
Valdivia	3*3	1.94	0.73	15	Café
San Juan	2*1	1.36	0.99	17	Café
Carlos	4*4	4.44	5.65	15	Cacao
Colima	2*1	1.19	2.32	20	Café
El Retiro	1*2	2.78	3.12	18	Café
Palofox	4*4	3.48	5.37	18	Cacao
Buena Vista	3*3	3.86	4.81	22	Café
Santa Elisa	3*3	1.26	2.18	13	Café
Chitalón	4*4	1.69	2.24	15	Café
Los Ángeles	2*2	1.02	0.91	43	Café
San Lorencito	3*3	1.12	1.15	17	Café
Santa Cecilia	3*3	1.13	0.91	11	Café
María del Carmen	6*4	3.49	4.83	19	Café

COMPONENTE ARBÓREO DE LAS UNIDADES PROCTIVAS					
Finca	Distanciamiento	Altura(m)	Diámetro de copa (m)	DAP (cm)	Cantidad de árboles
Parraxé	8*8	17.88	10.96	19.65	24
Parcela Antonio	7*5	16.61	9.56	25.93	24
Valdivia	Variado	16.31	12.31	24.65	26
San Juan	16*8	19.7	9.04	34.98	5
Carlos	Disperso	15.18	11.33	18.54	30
Colima	Variado	14.18	24.11	11.83	16
El Retiro	Variado	13.2	12.27	26.13	21
Paloxfox	Variado	16.61	9.56	25.93	13
Buena Vista	Variado	19.09	12.81	38.68	11
Santa Elisa	6*6	17.32	10.87	18.02	25
Chitalón	8*6	15.08	11.56	19.79	24
Los Ángeles	Variado	18.53	10.6	31.44	15
San Lorencito	Variado	18.77	12.06	30.67	22
Santa Cecilia	Variado	16.49	10.75	28.36	23
María del Carmen	Variado	20	15.48	42.5	7



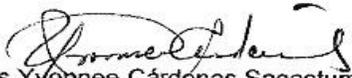
Mazatenango, 23 de mayo 2022

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Suroccidente

De la manera más atenta, me dirijo a usted para presentarle el informe final de Investigación Inferencial titulado: **"Caracterización de los sistemas agroforestales (*Coffea arabica* - *Theobroma cacao*), establecidos en Suchitepéquez y administrados por el "INAB"**, realizado por la estudiante Evelyn Yomara Xicará Palacios, camé 201646100 y Documento Único de identificación Personal CUI 3385 77610 1001, dentro del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local -EPSIGAL- realizado del 15 de febrero al 15 de agosto del 2021.

Por lo tanto, en mi calidad de supervisora de Ejercicio Profesional Supervisado, solicito que de acuerdo con el artículo seis, inciso 6.4 del Normativo de Trabajo de Graduación; pueda darse el trámite correspondiente para poder ser considerado como Trabajo de Graduación, para la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local

Sin otro particular:


Inga. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume
Supervisora de Ejercicio Profesional Supervisado
Docente IGAL - CUNSUROC


Karen RBC
201 JULIO 12022
recibido



Mazatenango, Suchitepéquez, 07 de septiembre de 2023.

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC

Apreciable MSc. Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9 del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de **Ingeniería en Gestión Ambiental Local**, he realizado la revisión y observaciones de la **Investigación titulada**: “Caracterización de los sistemas agroforestales (Coffea arabica – Theobroma cacao), establecidos en Suchitepéquez y administrados por el INAB” presentada por la estudiante: Evelyn Yomara Xicará Palacios, quien se identifica con número de carné 2016 46100.

Por lo tanto, en mi **calidad de** revisora le informo que después de realizar el proceso que se me fue asignado **y verificar la** incorporación de las observaciones por parte de la estudiante a la investigación, **procedo** a dar visto bueno al documento para que se continúe con el proceso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted, atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sharon Quiñónez'.

MSc. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñónez Melgar
Revisora de Trabajo de Graduación
IGAL-CUNSUROC



Xicará C
recibido
07. Sep 2023



Mazatenango 29 de agosto, 2024

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Director en Funciones
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**Caracterización de los sistemas agroforestales (*Coffea arabica- Theobroma cacao*), establecidos en Suchitepéquez y administrados por el Instituto Nacional de Bosques –INAB–**", de la estudiante **Evelyn Yomara Xicará Palacios** carné número **201646100**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular.


MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-142-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el seis de noviembre de dos mil veinticuatro-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **“CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES (Coffea arabica –Theobroma cacao), ESTABLECIDOS EN SUCHITEPÉQUEZ Y ADMINISTRADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –INAB–”** de la estudiante: **Evelyn Yomara Xicará Palacios**, Carné **201646100 CUI: 3385 77610 1001** de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris