

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

**CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN LA ALDEA DE
SAQUIJA, MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CAHABON, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO**

NELSSON OMAR LEAL ICAL

CARNET 23202-10

**SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, JULIO DE 2018
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S.J." DE LA VERAPAZ**

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

**CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN LA ALDEA DE
SAQUIJA, MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CAHABON, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO**

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**POR
NELSSON OMAR LEAL ICAL**

PREVIO A CONFERÍRSELE

**EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES EN EL
GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, JULIO DE 2018
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S.J." DE LA VERAPAZ**

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECEPTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
MGTR. CARLOS ENRIQUE VILLANUEVA GONZALEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. PEDRO ARNULFO PINEDA COTZOJAY

Guatemala, 06 agosto año 2018.

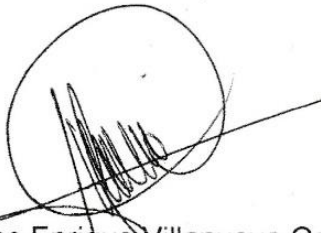
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Guatemala, Cuidad.
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Nelsson Omar Leal Ical, carné: 2320210, titulado: **"CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN LA ALDEA DE SAQUIJA, MUNICIPIO DE SANTA MARIA CAHABÓN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ."**

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Msc. Carlos Enrique Villanueva Gonzalez.
Colegiado 5209
Codigo URL: 24660



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06972-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante NELSSON OMAR LEAL ICAL, Carnet 23202-10 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES, del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 06111-2018 de fecha 19 de julio de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN LA ALDEA DE SAQUIJA, MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CAHABON, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

Previo a conferírsele el título de INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 19 días del mes de julio del año 2018.


LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ, DECANA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A Dios, el ser supremo por estar presente en Mí vida ayudándome a superar ... diferentes obstáculos que se me han presentado.

Al Ingeniero MSc. Carlos Enrique Villanueva Gonzalez quien fungió como asesor, por la amistad, paciencia y el tiempo empleado.

Al Ingeniero Carlos Ernesto Archila Cardona, MBA M.Sc. por darme la oportunidad de continuar con mi formación profesional, alentarme para no darme por vencido en la búsqueda y consecución de mis objetivos.

A los diferentes catedráticos de la Licenciatura en Ingeniería Forestal, quienes compartieron experiencias y conocimientos, que ayudaron a Mi formación profesional y conseguir el objetivo de graduarme como Ingeniero Forestal.

A la prestigiosa Universidad Rafael Landívar, que me permitió estudiar y culminar el nivel de licenciatura, depositando su confianza en mi persona y concederme la beca Landívar.

Y por último, pero no menos importantes a todos los propietarios de las diferentes fincas cacaoteras entrevistados en las aldeas de Saquija y Tzalanum municipio de Santa María Cahabón, que sin dudar me ofrecieron la apertura necesaria para realizar dicho estudio, aportando muy valiosa información para el éxito del mismo.

DEDICATORIA

A:

Dios:

Al ser supremo por darme la vida y guiarme, darme fuerzas y sabiduría necesaria para alcanzar las metas y objetivos trazados.

Mis padres:

Mynor Joaquin Leal Sosa (+), Blanca Rosa Ical y Bidcar Eduardo Quiroa Caal, por inculcarme buenos principios y valores. Así también el reconocimiento necesario a ellos por el apoyo constante y sacrificio para que mis metas e ideales se vean materializados.

Mis dos Ángeles:

Madelyn Nohely Leal Ical (+), Fatima Rosedy Quiroa Ical (+), sé que desde el cielo me observan, me cuida y protegen, fueron y seguirán siendo parte de Mí Ser, las llevare presentes en Mí Mente y en Mí Alma.

Mi Nena:

Rosby Sabrina Quiroa Ical, por su apoyo incondicional brindado alegrías y tristezas compartidas en este camino que ha sido extenso.

Tía y Abuela:

A mi Tia Juana Elvira Ical quien me crio desde pequeño (mi segunda Madre), a mi abuela Margarita Ical Cabnal quien siempre nos tendió la mano para ayudarnos en tiempos difíciles.

A la persona especial:

Gilma María Quiñonez Cruz, quien ha sido una excelente novia, con quien hemos compartido varios años juntos, llenos de experiencias maravillosas, quien me ha enseñado el verdadero significado de “Amor Incondicional”.

Índice

Resumen	I
I. Introducción	1
II. Marco Teórico.....	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Marco Conceptual.....	3
2.2.1. Sistemas Agroforestales.	3
2.2.2. Características de la Agroforestería.	4
a. Estructura.....	5
b. Sostenibilidad	5
c. Productividad	5
d. Adaptabilidad	5
2.2.3. Clasificación de los Sistemas Agroforestales.	6
a. Sistemas agroforestales secuenciales.....	6
b. Sistemas Taungya.....	7
c. Sistemas agroforestales simultáneos	7
d. Sistemas silvopastoriles.....	8
e. Plantaciones en línea	9
2.2.4. Biodiversidad en sistemas agroforestales.	10
2.2.5. Función potencial de los árboles.....	11
a. Características del suelo	11
b. Microclima	12
c. Hidrología.....	13
d. Componentes biológicos asociados	13
e. Función productiva	14
2.2.6. Competencia entre árboles y cultivos.....	14
2.2.7. Competencia de luz entre árboles y cultivos.	15
2.2.9. Aprovechamiento de nutrientes.	15
2.2.10. Restauración y conservación.....	15
2.2.11. Aumento de la producción.....	16
2.2.12. Manejo Agroforestal.	16
a. Árboles dispersos con cultivos agrícolas	16
b. Plantación de árboles domésticos	16
2.2.13. Percepción de los productores sobre los Sistemas Agroforestales.....	17

2.2.14. Factores que influyen en la adopción de Sistemas Agroforestales. -----	17
2.3. Marco referencial-----	18
2.3.2. Clima. -----	19
2.3.3. Orografía.-----	19
2.3.4. Recursos Naturales. -----	20
2.3.5. Hidrografía. -----	20
2.3.6. Fuentes de agua. -----	21
2.3.7. Uso y aprovechamiento. -----	21
2.3.8. Suelo. -----	21
2.3.9. Vocación y conservación. -----	21
III. Planteamiento del Problema-----	23
3.1. Definición del problema-----	23
3.2. Justificación -----	24
IV. Objetivos del Estudio-----	25
4.1. Objetivo general -----	25
4.2. Objetivos específicos-----	25
V. Metodología -----	26
5.1. Descripción del área de estudio -----	26
5.2. Unidad de análisis -----	27
5.2.1. Premuestreo. -----	28
5.2.2. Muestreo.-----	29
5.2.3. Georeferenciación de las fincas. -----	32
5.3. Tipo de investigación-----	34
5.4. Instrumentos -----	34
5.4.1. Matriz de especies presentes en el Sistema Agroforestal. -----	35
5.4.2. Guía para caracterización de Sistemas Agroforestales.-----	36
5.5. Procedimiento-----	36
5.5.1. Consulta documental. -----	36
5.5.2. Primera fase de campo.-----	37
a. Socialización del proyecto de investigación -----	37
b. Protocolo de presentación -----	37
5.5.3. Segunda fase de campo. -----	37
a. Levantamiento de información-----	37
b. Evaluación del componente Agrícola y Forestal-----	37

5.5.4. Fase final de gabinete.	38
5.6. Variables de estudio.....	38
5.6.1. Variables a medir para el primer objetivo: Determinar la estructura de los sistemas agroforestales identificados y la biodiversidad presente.	38
a. Identificación de especies vegetales.	38
b. Variedades de cacao (<i>theobroma cacao</i>) identificadas.	38
c. Identificación de la Fauna presente en los SAF.	38
d. Estructura vertical de los SAF.	38
e. Estructura horizontal de los SAF.	38
5.6.2. Variables a medir para el segundo objetivo: Categorizar de acuerdo al uso, las diferentes especies identificadas en los SAF.	38
a. Determinar la categoría a la cual pertenecen las especies identificadas.	38
b. Usos que se les da a cada una de las especies presentes en SAF.	38
c. Grado de conocimiento que tiene la población en cuanto al uso.	38
5.6.3. Variables a medir para el tercer objetivo: Describir el tipo de manejo que implementan en los SAF y los beneficios que se obtienen.	39
a. Distanciamiento y productividad de cada uno de los componentes del SAF.	39
b. Disponibilidad de los diferentes cultivos en el SAF, durante el año.	39
c. Tipo de manejo implementado por los productores en los SAF.	39
d. Herramientas utilizadas para llevar a cabo las actividades de manejo.	39
e. Posibles efectos adversos que se presentan por falta de manejo.	39
f. Beneficios que generan los SAF.	39
g. Aporte de los SAF a la conservación de la biodiversidad.	39
VI. Resultados y Discusión.....	40
6.1. Generalidades de las aldeas sujetas a estudio	40
6.1.1. Actividad comercial principal.	41
6.1.2. Tenencia de la tierra.	42
6.1.3. Clasificación de los sistemas agroforestales identificados.	42
6.1.4. Tamaño de los SAF.	43
6.1.5. Edad de los SAF.	44
6.2. Estructura de los sistemas agroforestales identificados y la biodiversidad presente	44
6.2.1. Especies forestales.	44
6.2.2. Especie frutales.	47
6.2.3. Variedades de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) identificadas.	48

a.	La variedad de cacao criollo/fino -----	49
b.	La variedad de cacao forastero/amargo -----	49
c.	La variedad de cacao trinitario/hibrido -----	50
d.	Condiciones adecuadas para el cultivo de cacao -----	51
6.2.4.	Especies agrícolas. -----	51
6.2.5.	Especies hortícolas.-----	52
6.2.6.	Identificación de la fauna presente en los SAF. -----	53
a.	Fauna doméstica-----	54
b.	Fauna silvestre -----	56
6.2.7.	Estructura de los Sistemas Agroforestales. -----	58
a.	Estructura vertical-----	58
b.	Estructura horizontal -----	60
6.3.	Categorizar de acuerdo al uso, las diferentes especies identificadas en los SAF-----	63
6.3.1.	Formas de uso. -----	65
6.3.2.	Población en torno al uso.-----	67
6.4.	Descripción del tipo de manejo que implementan en los SAF y los beneficios que se obtienen. -----	68
6.4.1.	Distribución y productividad de las especies. -----	68
6.4.2.	Disponibilidad de cultivos en los SAF.-----	73
6.4.3.	Manejo de los SAF. -----	75
a.	Manejo de sombra-----	76
b.	Uso adecuado del espacio libre -----	76
c.	Poda -----	76
d.	Raleo-----	77
e.	Resiembra -----	77
f.	Manejo de rebrotes-----	78
g.	Plateo -----	78
h.	Retorno de la materia orgánica-----	78
i.	Herramientas utilizadas-----	79
6.4.4.	Efectos adversos generados por falta de manejo.-----	79
6.4.5.	Beneficios que se obtienen de los SAF. -----	80
6.4.6.	Conservación de la biodiversidad.-----	82
6.5.	Apreciación general de los SAF en las aldeas de Saquija y Tzalanum. -----	82

VII. Conclusiones-----	84
7.1.Características de los Sistemas Agroforestales-----	84
7.2.Estructura y la biodiversidad presente en los SAF -----	84
7.3.Categoría de uso de las especie -----	85
7.4.Manejo de los componentes del SAF y Beneficios obtenidos. -----	85
VIII. Recomendaciones -----	87
8.1.Para Futuras Investigaciones -----	87
8.2.Para los Productores y Sus Familias en las Aldeas de Saquija y Tzalanum. ----	87
8.3.Para las instituciones y municipalidad.-----	88
IX. Bibliografía-----	89
X. Anexos-----	93
10.1. Anexo 1. Listado de acrónimos-----	93
10.2. Anexo 2. Protocolo de presentación en las aldeas de Saquija y Tzalanum, municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz. -----	94
10.3. Anexo 3. Matriz de especies presentes en el sistema agroforestal-----	95
10.4. Anexo 4. Guía para caracterización de sistemas agroforestales -----	96
10.5. Anexo 5. Listado de propietarios de las Fincas Caracterizadas en la aldea Saquija, Santa María Cahabon, A.V. -----	100
10.6. Anexo 6. Listado de propietarios de las Fincas Caracterizadas en la aldea Tzalanum, Santa María Cahabon, A.V. -----	102

Índice de Tablas

Tabla 1 Accidentes orográficos	19
Tabla 2 Ríos de menor caudal en el municipio de Cahabón, A.V.	20
Tabla 3 Vocación de suelos en el municipio de Santa María Cahabón, A. V.	22
Tabla 4 Estratificación del total de fincas identificadas.....	28
Tabla 5 Resultados del premuestreo.....	28
Tabla 6 Muestra de la Estratificación total de fincas identificadas.....	32
Tabla 7 Instrumentos empleados por actividad.	34
Tabla 8 Categorías de uso definidas	35
Tabla 9 Especies forestales identificadas.....	45
Tabla 10 Especies frutales identificadas	47
Tabla 11 Variedades de cacao identificadas	48
Tabla 12 Especies agrícolas identificadas.....	51
Tabla 13 Especies hortícolas identificadas.....	52
Tabla 14 Composición de los SAF de las Aldeas Saquija y Tzalanum	63
Tabla 15 Resumen del inventario para especies maderables	69
Tabla 16 Resumen del inventario y producción de las especies frutales.	70
Tabla 17 Resumen del inventario y producción de las especies agrícolas.....	71
Tabla 18 Resumen de inventario de especies hortícolas.	72
Tabla 19 Calendario de producción de las aldeas Saquija y Tzalanum	74

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación del municipio de Santa María Cahabón, departamento de Alta Verapaz. -----	18
<i>Figura 2.</i> Mapa de ubicación del área de estudio, Aldea Saquija y Aldea Tzalanum. -----	26
<i>Figura 3.</i> Mapa de ubicación de las fincas para los estratos I y II, Aldea Saquija. ----	33
<i>Figura 4.</i> Mapa de ubicación de las fincas para los estratos I y II, Aldea Tzalanum. 33	
<i>Figura 5.</i> Producción y comercialización del cacao. A) Fruto de cacao. B) Cacao en baba. C) Cacao seco. -----	41
<i>Figura 6.</i> Viviendas tipo rusticas dentro de los SAF, en las aldeas de Saquija y Tzalanum. -----	43
<i>Figura 7.</i> Cercas vivas de <i>Gliricidia sepium</i> , utilizando rebrotes en las comunidades de Saquija y Tzalanum. -----	46
<i>Figura 8.</i> A) Cultivo de cacao variedad criollo/fino, B) Aprovechamiento del fruto. ---	49
<i>Figura 9.</i> Plantaciones de cacao variedad forastero/amargo en su etapa de maduración.-----	50
<i>Figura 10.</i> Plantaciones de cacao variedad trinitario/hibrido maduro. -----	50
<i>Figura 11.</i> Almacenamiento de las mazorcas producto de la cosecha del maíz.-----	52
<i>Figura 12.</i> Fotografías semi-aereas de los SAF, en las aldeas Saquija y Tzalanum.53	
<i>Figura 13.</i> Coche monte (Pcari tajacu). -----	54
<i>Figura 14.</i> A) wuakax (Vaca), B) kaxlan (Gallina/Pollo). -----	54
<i>Figura 15.</i> A) akach' (Chunto), B) Patux (Patos).-----	55
<i>Figura 16.</i> A) T'zi (Perro), B) Mis/mes (Gato),.-----	55
<i>Figura 17.</i> A) Gallinero rustico, B) Chiquero.-----	56
<i>Figura 18.</i> A) Liklik (Gavilan) B) Tzentzerej/pich (Pájaro carpintero) C) Kuk (Ardilla). -----	57
<i>Figura 19.</i> A) ch'ó (Ratón) b) b'a (Taltuza).-----	57
<i>Figura 20.</i> A) Selshul' (Armadillo), b) Kanti' (Culebra).-----	58
<i>Figura 21.</i> Perfil de la estructura vertical de los SAF en las Aldeas Saquija y Tzalanum. -----	58

<i>Figura 22. Fotografías panorámicas del perfil vertical de los SAF, en las aldeas de Saquija y Tzalanum.</i>	60
<i>Figura 23. Arreglo espacial 1 identificado en las aldeas de Saquija y Tzalanum.</i>	60
<i>Figura 24. Arreglo espacial 2 identificado en las aldeas Saquija y Tzalanum.</i>	61
<i>Figura 25. Viviendas de tipo rustico dentro de los SAF.</i>	62
<i>Figura 26. Fotografía panorámica SAF cacao-especies arboreas, áreas de monocultivo, pastizales y bosque secundario.</i>	62
<i>Figura 27. Categoría de uso definida.</i>	65
<i>Figura 28. Maíz y pimienta secados al sol.</i>	72
<i>Figura 29. Huertos caseros de las aldeas Saquija y Tzalanum.</i>	73
<i>Figura 30. Residuos del aprovechamiento del cacao (materia orgánica).</i>	78
<i>Figura 31. Herramientas utilizadas en el manejo de los SAF, en las aldeas de Saquija y Tzalanum.</i>	79
<i>Figura 32. Presencia de la enfermedad Moniliasis, encontrados en fincas de las aldeas Saquija y Tzalanum.</i>	80
<i>Figura 33. Leña para consumo y para comercializar.</i>	81
<i>Figura 34. A) Arboles dispersos, B) Cercas vivas, C) Barreras rompe vientos.</i>	81

CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN LA ALDEA DE SAQUIJA, MUNICIPIO DE SANTA MARIA CAHABÓN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad determinar la situación actual de los Sistemas Agroforestales a través de la caracterización de los SAF de cacao en las aldeas de Saquijá y Tzalanum, Santa María Cahabón, Alta Verapaz, los resultados del análisis se obtuvieron a partir del muestreo de 75 fincas productivas, las cuales se dividieron en dos estratos conformados por 49 fincas para el Estrato I y 23 fincas para el estrato II, distribuidas en las dos aldeas. Se determinó en la caracterización que los SAF establecidos en las fincas cuentan con arreglos arboles-cultivos perennes, árboles-cultivos anuales y huertos caseros mixtos, teniendo como cultivo principal el Cacao (*Theobroma cacao*), en cuanto a la estructura y la biodiversidad se determinó que en las fincas sobresalen el manejo de árboles dispersos, enriquecimiento con especies nativas (arbóreas o agrícolas) en áreas desprovistas de cobertura, misma que se encuentra asociado con hortícolas y árboles frutales, la distribución hallada responde a 14 especies forestales, 12 especies frutales, 9 especies agrícolas y 12 especies consideradas como hortícolas, teniendo un total de 47 especies vegetales identificadas, en lo que refiere a la fauna encontrada en las unidades productivas se dividieron en fauna silvestre y fauna doméstica, donde se identificaron un total de 7 y 9 especies respectivamente, de igual manera se determinó que los productores en la actualidad no realizan un manejo técnico para cada uno de los componentes del SAF, lo que genera altas densidades en las parcelas o fincas, propiciando un ambiente favorable para la aparición de enfermedades o desarrollo de patógenos, afectando directamente el cultivo de Cacao, por último se plantean recomendaciones para los productores y sus familias, municipalidad, instituciones así mismo para futuras investigaciones que se realicen en el área tomando como punto de partida esta investigación.

I. Introducción

En la actualidad, ante la creciente demanda en la implementación de sistemas de producción más sostenibles y amigables con el ambiente, los sistemas agroforestales (SAF) son una alternativa en áreas marginadas o en comunidades aisladas, que les permite diversificar la producción, generando bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas de los productores, así mismo proporcionando beneficios socioeconómicos y ecológicos. El desarrollo de estas prácticas es fundamentalmente una respuesta a las necesidades y condiciones particulares de zonas tropicales, donde la agricultura y forestería convencionales por si solas no han podido satisfacer las diferentes demandas (Jimenez, 1998).

Cultivos como el cacao y el café son componentes importantes en los SAF de tipo tradicional en países de América y Asia (Beer y Somarriba, 1999). En la mayoría de las regiones tropicales, este tipo de SAF se considera policultivos multiestratificados, en donde la diversidad de especies de árboles con fines múltiples funciona como sombra para el cultivo principal (Raintree, 1989). Por lo tanto, tienen una estructura compleja y alta diversidad, por lo que se puede encontrar diferentes arreglos, que son funcionales e importantes para la conservación de las diferentes especies presentes en los SAF.

A raíz de lo anteriormente expuesto el presente estudio se desarrolló en las aldeas Saquijá y Tzalanum del municipio de Santa María Cahabón, del departamento de Alta Verapaz, cuya actividad principal consiste en el cultivo de cacao, la cual es asociada con especies arbóreas, dicha actividad representa para pequeños y medianos productores de las aldeas mencionadas la principal fuente de ingresos económicos. Así mismo, durante la elaboración en este documento se llevó a cabo la descripción de la estructura de los sistemas agroforestales a través de la identificación de las diferentes especies arbóreas que integran el sistema, de igual manera se llevó a cabo la categorización de acuerdo al uso que se le proporciona a cada especie.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Los huertos familiares, en áreas tropicales, representan uno de los ejemplos clásicos de la agroforestería (Carter, 1996). Estos constituyen formas altamente eficientes de uso de la tierra, incorporando una gran variedad de cultivos con diferentes hábitos de crecimiento. El resultado es una estructura similar a los bosques tropicales con diversas especies y una configuración por estratos. En las áreas tropicales, los sistemas agroforestales tradicionales pueden incluir más de 100 especies de plantas por campo, usadas para la obtención de materiales de construcción, leña, herramientas, medicamentos, alimentos para el ganado (Harvey, 2001).

El municipio de Santa María Cahabón se caracteriza por contar con una diversidad de sistemas productivos lo cual se distribuye en diferentes áreas y sobresale principalmente en la agricultura. Herrera (2006) resalta que una de las actividades que viene a afectar los recursos naturales del municipio es la tala inmoderada de árboles que ha causado desequilibrios en el ecosistema forestal que ponen en riesgo la posibilidad de impulsar un desarrollo sostenible.

Según el Plan de Desarrollo Municipal desarrollado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2010), basados en el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2003, el 39.82% del área se encuentra influenciado por actividades agrícolas, según el XI censo poblacional (2002), el 86.55% de la población se dedica a actividades de agricultura y silvicultura, SEGEPLAN (2010), indica que dentro de las principales actividades económicas se realizan a nivel de traspatio como lo es la producción de naranja, mango, aguacate y limón, sin embargo desde el año 2007 se identificaron aproximadamente 2000 productores asociados que cuentan con certificado de calidad para la producción de Cacao (*Theobroma Cacao*), actividad que también involucra a la mujer permitiendo tener acceso al mercado nacional e internacional.

A pesar del potencial forestal que existe en el municipio, no se han desarrollado actividades que permitan conformar encadenamientos productivos y de valor para constituir este potencial como un motor económico, así mismo es de importancia tanto

para los productores como para el medio ambiente, diversificar los sistemas de producción enfocados a la conservación de los recursos naturales.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Sistemas Agroforestales. La agroforestería es un sistema de uso y manejo de los recursos naturales ampliamente practicado, en el que los árboles/arbustos (especies leñosas) se utilizan combinados espacialmente (topológico) y/o temporalmente (cronológico) con animales y/o cultivos agrícolas (Current, Lutz, y Scherr, 1995).

Para que sea reconocido un sistema como agroforestal debe estar presente mínimo dos especies de plantas que interactúan biológicamente; lo que permite que existan interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los otros componentes de manera simultánea o temporal de manera secuencial, que son compatibles con las condiciones socioculturales para mejorar las condiciones de vida de la región (Beer, Muschler, Kaas y Somarriba 1998). Los sistemas agroforestales pretenden diversificar la producción, generando bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas de los productores y proveyendo beneficios socioeconómicos y ecológicos (Nair, 1997).

Las formas de producción agroforestal son aplicables tanto en ecosistemas frágiles como estables, a escala de campo agrícola, finca, región, a nivel de subsistencia o comercial, el objetivo es diversificar la producción, controlar la agricultura migratoria, aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, fijar el nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema, respetando el principio de sistema sostenible (Beer, *et al.*, 1998).

Dentro de los sistemas agroforestales la integración de árboles y cultivos resultan en interacciones positivas y negativas (Basavaraju y Gururaja, 2000). El mejoramiento y mantenimiento de microclimas o mejoramiento en la productividad del suelo son las mayores interacciones positivas. Otros factores positivos son la eficiencia en la utilización de la luz solar, supresión de malezas, reducción de la velocidad del viento para el cultivo y conservación de la humedad del suelo por medio de la materia orgánica (Young, 1989).

Jimenez (1998) menciona la competencia por luz, agua, espacio, nutriente, así como los cambios ocasionados por la temperatura, vientos y humedad, son los mayores efectos negativos en los sistemas agroforestales. El balance entre las interacciones negativas y positivas dependen de las especies sembradas, su arreglo espacial, su densidad y manejo (Jimenez y Muschler, 2001).

Los sistemas agroforestales con relación a los monocultivos, tienen una función social muy importante al reducir los egresos económicos del productor, disminuir los costos de insumos externos y suplir las necesidades de madera, leña y alimentos al hogar. Mejoran la distribución de la mano de obra, proporcionando mayor estabilidad al sistema de producción, y reducen los riesgos y usos de plaguicidas convencionales con posibilidades de desarrollar prácticas de conservación (Jimenez y Muschler, 2001).

Los sistemas agroforestales son muy diversos, se podría decir que el límite para proponer un arreglo agroforestal está en la mente del agricultor (Nair, 1997), así mismo Somarriba (1998) menciona que los sistemas agroforestales presentan cierta complejidad lo que hace muy difícil su clasificación bajo un solo esquema, pero es importante para tener un marco conceptual para evaluar y desarrollar planes de acción para su mejoramiento. Estos a su vez pueden ser caracterizados por su estructura (naturaleza y arreglo del componente) y su función (usos y beneficios).

Casi todos los sistemas agrícolas tradicionales, los cuales incluyen los sistemas ganaderos, tienen árboles intercalados con cultivos o manejados en una forma zonal alternando árboles y cultivos y/o pastos; es decir, son sistemas agroforestales, aún con la modernización de la agricultura de la región, los paisajes agrícolas todavía contienen un alto número de árboles, estos árboles cumplen con muchos propósitos como producción (madera, leña, forraje, frutas y medicinas) (Beer *et al.*, 1998).

2.2.2. Características de la Agroforestería. Farrel y Altieri (1999), refieren que la agroforestería incorpora cuatro características fundamentales las cuales se describen a continuación:

a. Estructura

A diferencia de la agricultura y la actividad forestal modernas, la agroforestería combina árboles, cultivos agrícolas y animales. En el pasado, los agricultores rara vez consideraban útiles a los árboles en el terreno para el cultivo, mientras que los forestales han tomado los bosques simplemente como reservas para el crecimiento de árboles (Nair, 1985). Aun así, durante siglos los agricultores tradicionales han proporcionado sus necesidades básicas al sembrar cultivos alimenticios, árboles y animales en forma conjunta.

b. Sostenibilidad

La agroforestería optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos o animales. Al utilizar los ecosistemas naturales como modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra (Somarriba, 1998).

Así mismo Jiménez & Muschler (2001), mencionan una particularidad importante si se considera la aplicación actual de la agroforestería en zonas de calidad marginal de la tierra y baja disponibilidad de los insumos. El sistema mantiene o aumenta su productividad en el tiempo: producir conservando y conservar produciendo.

c. Productividad

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes de la finca, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra (Carter, 1996).

d. Adaptabilidad

A pesar de que la agroforestería es apropiada para una amplia gama de fincas de diversos tamaños y condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas

tropicales y subtropicales, la agroforestería se adapta particularmente a las realidades de los pequeños agricultores (Gottret, 2011).

2.2.3. Clasificación de los Sistemas Agroforestales. La clasificación de los Sistemas Agroforestales (SAF) es necesaria para su caracterización, evaluación y mejoramiento. Según CATIE (2004), la complejidad de los SAF hace difícil su clasificación bajo un solo esquema. Los criterios de clasificación más frecuentes son: la estructura o función del sistema, las zonas agroecológicas donde el sistema existe o es adoptable y el escenario socioeconómico (escalas de producción y nivel de manejo del sistema). En cuanto a la estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la siguiente manera:

a. Sistemas agroforestales secuenciales

Musálem (2001) menciona que en estos sistemas existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; esta categoría incluye formas de agricultura migratoria con la intervención o manejo de barbechos, de acuerdo con Rivas (2005) en 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.

- Agricultura migratoria con manejo del barbecho, comprende sistemas de subsistencia orientadas a satisfacer las necesidades básicas de alimentos y combustible. En algunas ocasiones se vuelve una fuente de ingresos por medio de la venta de los excedentes de los productos generados (López, 2007). 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 (Jiménez y Muschler, 2001). El periodo del barbecho es necesario, inicialmente la productividad del cultivo es elevada, pues con la quemas los

nutrientes de la vegetación se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo, luego de 2 a 3 años de cultivo, se empobrecen los suelos, aumentan los costos de limpieza del terreno y disminuye la productividad de los cultivos, el periodo de barbecho permite que se restablezca el reciclaje de nutrientes, permitiendo que se recupere la fertilidad natural.

b. Sistemas Taungya

Este sistema tiene como característica principal la integración de la parte social ya que se siembra cultivos durante la fase de establecimiento de plantaciones forestales, de frutales o de cultivos perennes como café y cacao (Beer *et al.*, 2004). Se logra un ahorro en costos en el establecimiento de las plantaciones y limpieza de la misma, se beneficia a una comunidad al ceder el espacio que queda libre en la plantación para los cultivos.

c. Sistemas agroforestales simultáneos

Rivas (2005) sugiere que en un sistema simultáneo los árboles y las cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al mismo tiempo en una misma área, los componentes compiten principalmente por luz, agua y minerales, esta competencia generada es minimizada con el espaciamiento, podas y raleos, los árboles escogidos deben tener raíces profundas esto para permitir el desarrollo de las raíces de los cultivos, además de poseer un dosel pequeño para evitar la sombra en gran cantidad.

- Árboles en asociación de cultivos perennes, estos sistemas son una alternativa cuando el uso de monocultivos no es económicamente factible debido al alto costo de productos agroquímicos, la elección de un sistema con árboles para sombra depende de la necesidad de diversificar la producción (Jiménez y Muschler, 2001). Consiste en la combinación simultánea de árboles con cultivos perennes, tales como café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), té (*Camellia sinensis*) y cardamomo (*Elettaria cardamomum*). Generalmente son sistemas de cultivo intercalado donde el árbol contribuye a proporcionar productos adicionales, mejora el suelo y el microclima, entre las especies forestales que mejor se adaptan se puede mencionar: *Cordia alliodora* o *Cedrela odorata*, especies leguminosas de uso múltiple como *Inga* spp., *Gliricidia*

sepium y *Erythrina* spp., frutales como *Citrus* spp., *Persea americana*, *Macadamia* spp., así también musáceas (Ramírez, 2005).

- Árboles en asociación con cultivos anuales, estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra, aunque se estableciera cultivos en callejones se puede utilizar especies que no sean tolerantes a la sombra. Estos sistemas incluyen cultivos como maíz, frijol, guisantes, soya, maní, en asociaciones con árboles fijadores de nitrógeno (Musálem, 2001).
- Huertos caseros mixtos, este tipo de sistemas se encuentran en los alrededores de las casas de los agricultores, son plantados o bien el bosque que se encontraba en esta área ha sido manejado a conveniencia del productor y su familia, los productos son destinados principalmente al consumo familiar (Jiménez y Muschler, 2001). Es una mezcla de muchos estratos muy complejos de árboles, arbustos, cultivos perennes y anuales, animales domesticados, para generar una variedad de productos que son comercializado y también de uso familiar (Beer, 1999).

d. Sistemas silvopastoriles

La actividad silvopastoril se enfoca a optimizar la producción pecuaria, las oportunidades para la finca, a mejorar la calidad del alimento y a la vez, generar un ingreso adicional por la venta de la madera a través de la plantación de especies que permitan rehabilitar suelos degradados, que sean de rápido crecimiento y que aseguren a los ganaderos competir, ventajosamente, en su mercado (Trujillo, 2008).

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas - comerciales con inclusiones de ganado o con complemento a la agricultura de subsistencia.

- Asociaciones de árboles con pastos, el objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria se logra la producción de madera, leña o frutos. Los animales se alimentan

con hierbas, hojas, frutos y otras partes de los árboles. Se cortan parcelas de bosque para destinarlas a la ganadería, dejar en pie los árboles considerados valiosos, dándole una funcionalidad como la de proveer sombra y refugio para el ganado.

- Pastoreo en plantaciones forestales y frutales, 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.

e. Plantaciones en línea

La mezcla de árboles, cultivos y/o animales pueden tomar muchos modelos y formas, desde los surcos alternos de cultivos y árboles podados para cercos, hasta animales pastando debajo de los árboles. Entre las técnicas relacionadas con la agricultura y la ganadería, principalmente para proteger a los cultivos y/o ganado se han desarrollado las cortinas rompevientos y los cercos vivos.

- Cercas vivas, consiste en la siembra de leñosas para la delimitación de potreros o propiedades, casi siempre complementada con el uso de alambre de púas. Las cercas vivas con adecuado manejo son útiles para reemplazar las cercas muertas de alambre, duran más tiempo y disminuyen los costos. Con frecuencia es necesario podarlos y eliminar árboles viejos o que muestran enfermedad para reemplazarlos (Ramírez, 2005). El establecimiento de cercas vivas implica una reducción en costos con respecto a las cercas muertas, reduce la presión sobre el bosque por la búsqueda de postes y leña, además ofrece follaje en cantidad y de calidad durante la época seca, además de ofrecer frutas.
- Cortinas rompevientos, las cortinas forestales cortavientos o de protección, son una alternativa que nos entregan las prácticas agroforestales para ser utilizadas por los agricultores con fines productivos y de protección ambiental. Se definen como el establecimiento de una o más hileras de árboles y/o arbustos dentro de un predio (Sotomayor y Aracena, 2005).

2.2.4. Biodiversidad en sistemas agroforestales. Es muy compleja la dinámica que se establece en un sistema agroforestal, pero si en esencia la funcionalidad del mismo depende en gran medida del nivel de interacciones conseguido entre sus variados componentes, también es verdad que adquiere mayor importancia en relación con la sustentabilidad del sistema, el grado de diversidad de organismos que lo conforman (biodiversidad) y la abundancia de recursos que un sistema agroforestal mantiene (recursos culturales y naturales) (Somarriba, 1998).

Es bien conocido que la biodiversidad es el motor de la dinámica de los ecosistemas naturales, la cubierta vegetal de un bosque o de una pradera previene la erosión del suelo, controla su régimen hídrico, además de mantener la cantidad de materia orgánica, en este caso los SAF pretenden simular esa dinámica, con el fin encontrar un equilibrio y balance ecológico entre dos o más especies (agrícola/forestal) que mejore la productividad a la vez que, se está conservando (Southwood y Way, 1970). Cada sistema agroforestal es un reservorio particular de un grado diferente de biodiversidad. Estas diferencias dependerán de:

- La diversidad de la vegetación dentro y alrededor del SAF, la permanencia de determinadas secuencias de cultivos, la intensidad de manejo dado al sistema productivo primario y del grado de aislamiento del SAF respecto de los ecosistemas (naturales) circundantes.
- En general, los sistemas agroforestales más diversificados, que suelen coincidir con los manejados según técnicas de agricultura orgánica y tradicional, presentan mayor ventaja relacionado a procesos ecológicos asociados con una mayor diversidad que aquellos altamente simplificados, como los sistemas agrícolas convencionales y en particular los monocultivos. Sólo un desconocimiento de la dinámica del medio vivo puede concebir sistemas formados por un pequeño número de plantas y animales (Southwood y Way, 1970).

2.2.5. Función potencial de los árboles. Los árboles generalmente se subutilizan en la agricultura (McDaniels y Lieberman, 1979), su potencial se ha explotado relativamente poco. A causa de sus hábitos de crecimiento y su forma, los árboles influyen a otros componentes del sistema agrícola. Sus grandes doseles afectan la radiación solar, precipitaciones y movimiento el aire, a la vez que su extenso sistema de raíces ocupa grandes volúmenes de suelo.

La absorción de agua y nutrientes y la redistribución de los nutrientes como el humus, al igual que el movimiento irruptivo de las raíces y las posibles asociaciones bacteriales/fungales, también pueden alterar el ambiente de crecimiento. Los árboles pueden mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir en las características del suelo, microclima, hidrología y componentes biológicos asociados (Altieri, 1990).

a. Características del suelo

Los árboles pueden afectar el nivel de nutrientes del suelo al explotar las reservas minerales más profundas de la roca parental y recuperar los lixiviados y depositarlos sobre la superficie como humus. La materia orgánica adicionada modera además las reacciones del suelo extremas (pH) y la consecuente disponibilidad de nutrientes esenciales y elementos tóxicos. Puesto que el nitrógeno, fósforo y azufre se tienen fundamentalmente en forma orgánica, la abundancia de materia orgánica es especialmente importante para aprovecharlos.

La asociación de árboles con bacterias fijadoras de nitrógeno y micorrizas también incrementará los niveles de nutrientes disponibles (Current, Lutz y Scherr, 1995). La estructura del suelo mejora, como resultado del incremento de materia orgánica (hojas y raíces), de la acción disociadora de las raíces de los árboles y la actividad de los microorganismos, todos los cuales ayudan a desarrollar agregados del suelo más estables. La temperatura del suelo se modera por la sombra y la cubierta de la hojarasca (Current, *et al.*, 1995).

Altieri (1999), resalta que el sistema de raíces penetrantes de los árboles realiza una función importante en la estabilización del suelo, especialmente en laderas escarpadas. La inclusión de especies compatibles y convenientes de perennes leñosos en terrenos de cultivos, pueden dar como resultado un mejoramiento acentuado en la fertilidad del suelo, mediante lo siguiente:

- Aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo por la adición de hojarasca y otras partes de plantas.
- Un ciclaje eficiente de nutrientes dentro del sistema y consecuentemente una mejor utilización de los nutrientes tanto nativos como los nutrientes aplicados.
- La fijación biológica de nitrógeno y la solubilización de nutrientes relativamente escasos, por ejemplo el fósforo por medio de la actividad de micorrizas y bacterias solubilizadoras de fosfato.
- Aumento en la fracción cíclica de nutrientes de las plantas y reducción de la pérdida de nutrientes más allá de la zona absorbente de nutrientes del suelo.
- Interacción complementaria entre las especies componentes del sistema, dando como resultado una repartición más eficiente de los nutrientes entre sus componentes.
- Economía adicional de nutrientes debido a diversas zonas absorbentes d nutrientes de los sistemas de raíces de las especies componentes.
- Efecto moderador de la materia orgánica del suelo en reacciones de suelo extremo y la consecuente liberación y disponibilidad de nutrientes.

b. Microclima

Los árboles moderan los cambios de temperatura, dando como resultado temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas bajo los árboles, en comparación

con las áreas abiertas. La disminución de temperatura y la reducción de los movimientos del aire debido al dosel de los árboles reducen el promedio de evaporación. También se puede encontrar mayor humedad relativa bajo los árboles en comparación con los sitios abiertos (Current, *et al.*, 1995).

c. Hidrología

El equilibrio del agua de un micro sitio dado, predio o región está influido por las características funcionales y estructurales de los árboles. En distintos grados, dependiendo de la densidad del follaje, y las características de las hojas, la precipitación pasa a través de ellas hasta el suelo, se intercepta y se evapora o se redistribuye a la base del tronco por el propio flujo (Budowski, 1985). La humedad del aire también puede ser recogida por el follaje de los árboles y ser depositada como precipitación interna (niebla de goteo), una significativa fuente potencial de agua en áreas de neblinas húmedas.

Como resultado de una mejorada estructura del suelo y la presencia de una capa de hojarasca, el agua que llega al suelo se utiliza más eficientemente debido al incremento de la filtración y permeabilidad, reduciendo la evaporación y el escurrimiento superficial. En gran escala, particularmente en áreas propensas a las inundaciones, los árboles pueden reducir las descargas de aguas subterráneas, las características hidrológicas de las áreas de captación son influidas favorablemente por la presencia de árboles.

d. Componentes biológicos asociados

Todas las plantas, los insectos y los organismos del suelo pueden resultar beneficiados por la presencia de árboles compatibles. Aunque los mecanismos específicos son poco entendidos, por lo general involucran un microclima más benigno; temperatura de suelo favorable, régimen de humedad y estado de materia orgánica; una mayor disponibilidad de nutrientes así como su eficiente utilización y reciclaje. El mejoramiento en el estado de la materia orgánica del suelo puede dar como resultado una mayor actividad de los microorganismos favorables en la zona de raíces (Gonzáles, 1955).

e. Función productiva

Los árboles producen gran cantidad de productos importantes para los humanos y los animales. Además del forraje y alimentos proporcionan productos madereros, subproductos como aceites y taninos y productos médicos (Budowski, 1985).

2.2.6. Competencia entre árboles y cultivos. La principal desventaja de los sistemas agroforestales, específicamente sistemas con árboles dispersos es la competencia que ocurre entre árboles y cultivo. La competencia es definida por Begon, Harper y Townsend (1986), como una interacción entre individuos, que se produce por el requerimiento de un recurso compartido que se encuentra en niveles críticos, con consecuencias negativas en uno o ambos individuos que compiten.

La competencia puede dividirse en explotación e interferencia. La primera ocurre cuando las plantas compiten por los mismos recursos (agua, luz y nutrientes) y reducen sus posibilidades de compartirlo (Begon et al., 1986). La interferencia empieza cuando la convivencia de la planta es limitada a usar los recursos por mecanismos que derivan del comportamiento de otras plantas, los cuales no involucran directamente limitaciones o recursos compartidos (Ong, Rao y Mathuva, 1992).

La selección apropiada de las especies arbóreas dentro de los cultivos anuales es importante para disminuir o evitar la competencia; sin embargo, en muchos de los casos no es posible seleccionar especies arbóreas que tengan todas las características deseables para agroforestería porque los productores presentan diferentes metas de producción o protección. En muchas situaciones los sistemas agroforestales tienen que ser mejorados a través de la siembra de una densidad y arreglo espacial óptima de árboles, y el uso de podas para reducir los efectos negativos del poco desarrollo de la parte aérea del cultivo y evitar la competencia de las raíces de los árboles (Basavaraju y Gururaja, 2000).

2.2.7. Competencia de luz entre árboles y cultivos. La competencia por luz entre árboles y granos básicos no ha sido estudiada en sistemas de árboles dispersos, la estrecha relación entre radiación, fotosíntesis y producción de biomasa hace que la disponibilidad de energía lumínica sea factor fundamental cuando se analizan interacciones en sistemas de cultivos, principalmente con especies comestibles que tienen altos requerimientos de luz (Jimenez, 1998).

Así mismo Jiménez (2001), resalta que la competencia entre árboles y cultivos puede ser minimizada si las hojas de los árboles son bastantes erectas, pequeñas y de alta eficiencia en el uso de la radiación solar. Sin embargo, estas características son difíciles de escoger cuando otras especies arbóreas ya están establecidas y se mantienen en el sistema por sus usos y beneficios al productor, quedando como alternativa su manejo para que favorezcan una mejor distribución de la luz.

2.2.8. Funciones ecológicas de los sistemas agroforestales. Mediante la combinación de la producción agrícola y forestal se pueden alcanzar diversas funciones y objetivos de la producción de bosques y cultivos alimenticios. Existen ventajas ambientales de tales sistemas integrados sobre la agricultura y/o monocultivos forestales (Wiersum, 1981).

2.2.9. Aprovechamiento de nutrientes. Begón et al. (1986), menciona que las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades hacen buen uso del suelo y las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida, como resultado del ciclaje mineral mediante las copas de los árboles. Además la integración de animales en el sistema puede aprovecharse para la producción secundaria y el reciclaje de nutrientes.

2.2.10. Restauración y conservación. La función protectora de los árboles con respecto al suelo, la regulación hidrológica y la protección de las plantas puede utilizarse para disminuir los peligros de degradación ambiental. Sin embargo, se debe tener en

cuenta que en muchos sistemas agroforestales, los componentes pueden competir por luz, humedad y nutrientes, por lo tanto se deben considerar los intercambios (Ong, Rap y Mathuva, 1992). El buen manejo puede reducir al mínimo estas interferencias y aumentar las interacciones complementarias.

2.2.11. Aumento de la producción. Mediante la eficiencia ecológica se puede aumentar la producción total por unidad de tierra. No obstante que la producción de cualquier producto individual puede ser menor que en los monocultivos, en algunos casos la producción del cultivo base puede aumentar. Los diferentes componentes o productos de los sistemas podrían ser utilizados como insumos para la producción de otros y disminuir así la cantidad de inversiones e insumos comerciales (Lok, 1998).

2.2.12. Manejo Agroforestal.

a. Árboles dispersos con cultivos agrícolas

Beer (1989), resalta que los sistemas de árboles dispersos tienen como característica su alta riqueza de especies, su abundancia y una diversidad de arreglos que difiere en cada zona. Son considerados de uso múltiple al proveer madera, frutales, sombra, leña, postes, follaje para el ganado, o biomasa para importar al suelo. De esta manera, se obtiene producción forestal o frutal y agrícola en la misma área. Así mismo Jiménez (2001), destaca que el arreglo no obedece a un esquema rígido, sino que está en función del espacio disponible, el gusto del productor, la forma de la parcela, la distribución de los suelos, las fuentes de agua y las pendientes.

b. Plantación de árboles domésticos

El cultivo de árboles en estratos múltiples se adapta mejor a los huertos familiares y al estrato más alto de árboles productivos en cercos o plantaciones. La plantación de multiestratos es apropiada en áreas donde existe una alta densidad de población y donde existe un régimen de lluvias considerable. Aportará recursos para los productos de los árboles, algunos de los cuales abastecerán las necesidades de la familia. Los sistemas de cultivo de árboles en estratos múltiples son apropiados para los sistemas agrícolas pequeños con un alto requerimiento de mano de obra por área (Malla, 2000).

2.2.13. Percepción de los productores sobre los Sistemas Agroforestales. La decisión del productor de dejar árboles en su cultivo está determinada por su entorno agrosocioeconómico y ecológico (Malla, 2000). El crecimiento de los árboles está determinado por los usos y beneficios dados a la familia, que son influenciadas por factores tales como disponibilidad de tierra y mano de obra disponible, tipos de árboles requeridos que le garanticen beneficios, productos y utilización de su mano de obra familiar, de igual forma por la percepción y el conocimiento cultural de la comunidad (Malla 2000).

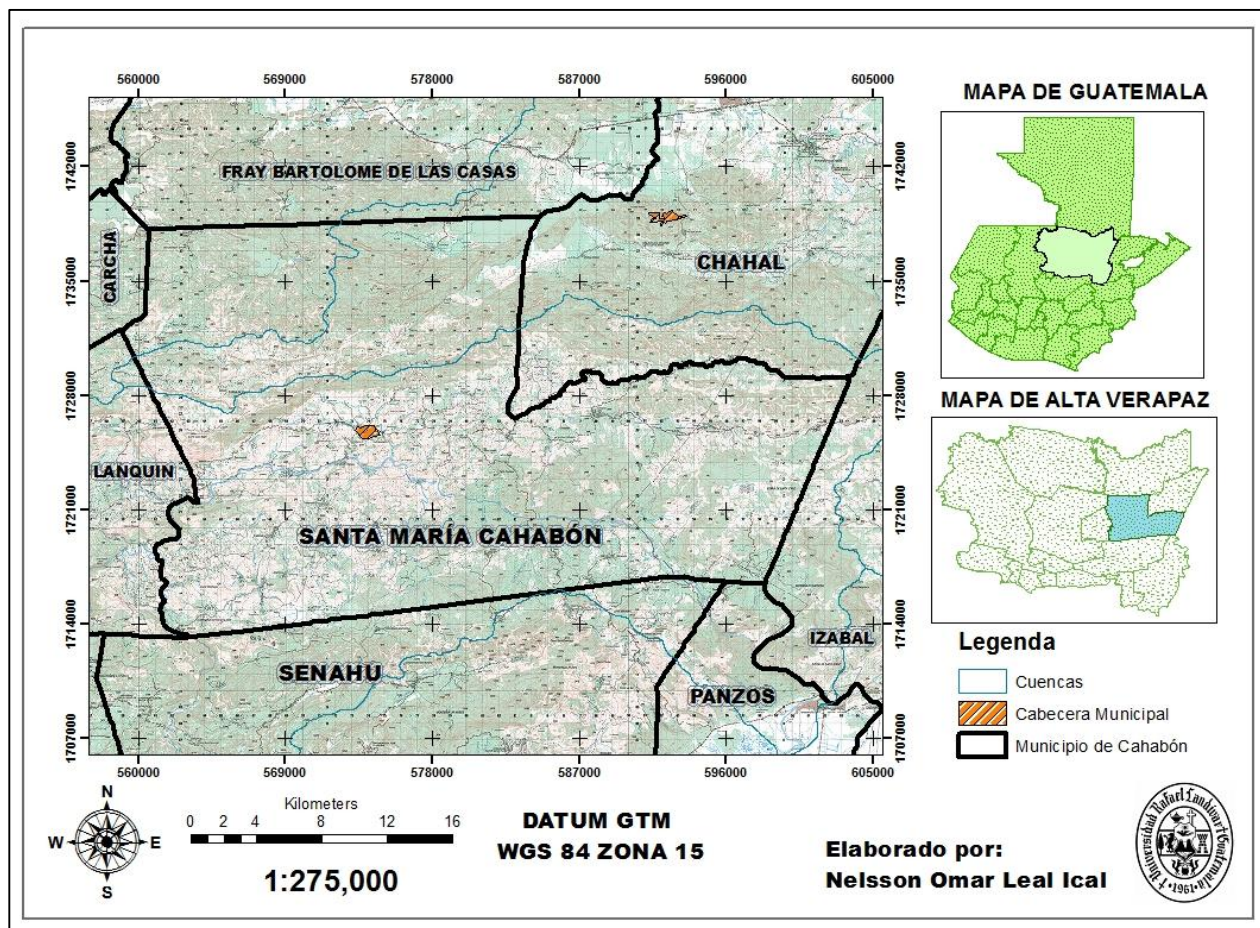
Marmillod, (1989), describe que los árboles encontrados dentro del sistema provienen de la regeneración natural para producción de madera y leña, o son sembrados para la producción de frutas y madera, así mismo el mismo autor menciona que los agricultores no están conscientes de que existan una relación entre derrumbes y deforestación, tampoco entre sus actitudes con el nivel de educación, tamaño de la finca, experiencia en la actividad y su capacitación por el servicio de extensión.

Por lo regular los agricultores no están conscientes de que haya una relación entre la regulación de los microclimas, efectos beneficiosos, prevención de derrumbes y deforestación, tampoco entre sus actitudes con el nivel de educación, tamaño de la parcela, experiencia en la actividad y su capacitación por el servicio de extensión.

2.2.14. Factores que influyen en la adopción de Sistemas Agroforestales. Existen diversos factores de índoles culturales, técnicos y socioeconómicos que influyen en la adopción de un sistema agroforestal (Carter, 1996). Los criterios para decidir qué sistema agroforestal adoptar esta en función del tiempo a obtener rentabilidad económica, riesgos, ocupación de mano de obra y aportes a la seguridad alimenticia que tiene el productor. Otros factores asociados con la adopción de las tecnologías son la tenencia y tamaño de la propiedad rural, presión demográfica y la dependencia económica de la familia en actividades agrícolas, uso de incentivos y subsidios financieros.

2.3. Marco referencial

2.3.1. Descripción general del municipio de Santa María Cahabón. El municipio de Santa María Cahabón del departamento de Alta Verapaz, se encuentra ubicado a 92 kilómetros de la ciudad de Cobán. Limita al norte con los municipios de Fray Bartolomé de las Casas y Chahal; al sur con el municipio de San Antonio Senahú, al este con los municipios de Panzós y el Estor (Izabal); y al oeste con los municipios de San Pedro Carchá y San Agustín Lanquín (INE, 2008).



Los centros poblados se localizan a distancias que no superan los 50 kilómetros de la cabecera municipal, a pesar que las distancias son relativamente cortas, se debe destacar que la mayor parte de las vías de acceso son de terracería y de difícil acceso

principalmente en la época lluviosa (INE, 2002). Estas condiciones constituyen limitaciones para el desarrollo económico y social de los pobladores.

La extensión del Municipio es de 900 kilómetros cuadrados. El área urbana ocupa 2.5 kilómetros cuadrados, la densidad es de 48 personas por kilómetro cuadrado, lo que representa una alta concentración de población con respecto al resto del Municipio. En esta área urbana se concentran las actividades económicas y otros servicios, lo que significa que los pobladores deben recorrer caminos de difícil acceso hasta la cabecera municipal para realizar las transacciones comerciales (INE, 2002).

2.3.2. Clima. El municipio de Santa María Cahabón se sitúa a 220 metros sobre el nivel del mar, basado en el sistema Holdridge (1982), Clasificación de Zonas de Vida para Guatemala, indica que Cahabón está localizado como: Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (BMH-STC). El clima es cálido y las lluvias durante los meses de junio a febrero son abundantes, no así, en los meses de marzo y abril que es la época de la sequía que en ocasiones se extienden, por encontrarse en una zona cálida.

2.3.3. Orografía. Presenta características orográficas particulares que se detallan en el Cuadro 1. Accidentes orográficos, donde La sierra de Chamá es una de las más sobresalientes de la región y se encuentra constituida por rocas de origen calcáreo, principalmente caliza de origen cárstico.

Tabla 1
Accidentes orográficos

Sierras	Montañas	Cerros
Chamá	Chajmai	Q'aná Itzam, Canihor, Chibak, Sehuk

Fuente: INE (2002).

La mayoría de los centros poblados y fundamentalmente la Cabecera Municipal se encuentran ubicadas en áreas con las características descritas, lo que asociado con el período de lluvias y la intensidad de las mismas, constituye un factor de riesgo debido a la posibilidad de deslaves y deslizamientos de tierra.

2.3.4. Recursos Naturales. La riqueza y los recursos naturales del municipio de Santa María Cahabón, amenazados por una creciente presión demográfica, plantean un importante reto al marco legal que busca garantizar el racional uso de estos. A pesar de los progresos recientes en materia de legislación ambiental, existe aún el desafío de concretar la aplicación de los mismos. Se debe destacar que la legislación ambiental de Guatemala carece de la reglamentación correspondiente, además es escaso el recurso humano y financiero destinado para ella, lo que hace que las leyes específicas no sean operativas.

2.3.5. Hidrografía. El municipio se encuentra en la parte baja de la cuenca del Río Cahabón, siendo este el más importante del municipio, con una longitud de 195.95 Km, que lo sitúa como el tercer río con mayor longitud del país. Este circunda la cabecera municipal al sur, el cual drena en dirección oeste a este. Desemboca en las aguas del Río Polochic y en el Lago Izabal, en el período de lluvias intensas provoca inundaciones en las partes bajas de la cuenca e inunda a las comunidades aledañas. El caudal en punto medio del río Cahabon es de 164.20 m³ por segundo y la cuenca es de 2,439 Km². Otros fuentes de agua de menor caudal dentro del municipio se especifican en el cuadro siguiente:

Tabla 2

Ríos de menor caudal en el municipio de Cahabón, A.V.

Ríos		Riachuelos			Quebradas	
Actelá,	Chibac,	Chiluch,	Jalaute,	Moxán,	Carne de Caballo,	El Jabón,
Oxec y Sebol		Taquincó y Tzuncoc.			El Pilar y Santa Isabel.	

Fuente: INE (2002).

2.3.6. Fuentes de agua. La falta de conservación y protección de los manantiales, cuencas y subcuencas ha provocado el deterioro acelerado de los mismos en los últimos diez años. Por lo anterior, en la actualidad los pobladores utilizan las quebradas como fuentes de agua.

2.3.7. Uso y aprovechamiento. El sistema que permite la vida en los ríos del Municipio cumple el ciclo de tal forma, que la mayor parte de las corrientes de agua dependen de ecosistemas terrestres adyacentes. El agua de ríos, riachuelos, quebradas y manantiales es utilizada para consumo humano, pesca, recreación y lavado de prendas de vestir.

El uso de agroquímicos, vertimiento de aguas servidas y residuales, así como la falta de letrinas en algunas partes del Municipio provoca la contaminación del recurso hídrico. Asimismo la erosión de los terrenos aledaños a los cauces de ríos, riachuelos, cuencas y sub-cuencas obstruye el cauce de estos y limita el aprovechamiento.

2.3.8. Suelo. El suelo del Municipio constituye un recurso importante para la población, utilizado para diferentes actividades productivas, en agricultura, producción pecuaria y uso forestal, aunque en general el recurso en sí es de poca profundidad y pobre en materia orgánica. Lo que finalmente da como resultado poca fertilidad y bajos rendimientos.

El suelo es uno de los recursos más importantes del Municipio debido a que las principales actividades productivas se desarrollan a partir de este, aunque la vocación del suelo es forestal, con pronunciadas pendientes; característica que limita la diversidad de cultivos agrícolas.

2.3.9. Vocación y conservación. La mayor parte del suelo del municipio de Cahabón, no es apto para la agricultura de ningún tipo, dada la profundidad de las capas superficiales, la composición orgánica y la inclinación de las pendientes, es por ello que se debe dedicar estas porciones de tierra a la conservación de los bosques y soporte

para los mantos friáticos del subsuelo. En base a la metodología del INAB, en la Tabla 3, se presentan las características generales de los suelos del Municipio:

Tabla 3

Vocación de suelos en el municipio de Santa María Cahabón, A. V.

Vocación de suelos	Porcentaje/Ha.
Agricultura sin limitaciones	0.01
Agricultura con mejoras	4.51
Agroforestería con cultivos anuales	14.88
Sistemas silvopastoriles	17.13
Forestales para producción	22.68
Forestales para protección	40.79
Total de Suelo Disponible	100.00

Fuente: INAB (2003).

Se establece de lo anterior que la vocación de los suelos del Municipio es eminentemente forestal. El uso de prácticas intensivas en actividades agrícolas ha degradado profundamente los suelos, debido a que se obtienen bajos rendimientos y éste se deteriora cuando se utiliza el sistema de tala y roza (INAB, 2003).

Los suelos del Municipio dadas las múltiples características naturales, son aptos para desarrollar diversidad de actividades agropecuarias. El aprovechamiento de los suelos dista de ser el óptimo y la vocación no ha sido incorporada en las decisiones productivas. En los últimos doscientos años la destrucción sistemática del bosque y la tendencia a la siembra de café y cardamomo, ha dejado al margen las potencialidades forestales y el manejo productivo de los recursos del bosque.

III. Planteamiento del Problema

3.1. Definición del problema

En las aldeas de Saquijá y Tzalanum jurisdicción del Municipio de Santa María Cahabón, departamento de Alta Verapaz, resalta como actividad principal el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). Tanto para pequeños y medianos productores esta actividad productiva representa la mayor fuente de ingresos económicos y se ha convertido en una alternativa de comercio, misma que han venido manejando desde hace varios años.

Desde el punto de vista social y económico, el cultivo de cacao ha beneficiado a las aldeas alcanzando niveles óptimos de producción y rentabilidad, mejorando la calidad de vida de los productores. Es muy común en los cacaotales ver el asocio de especies arbóreas, especies complementarias agrícolas, frutales y hortícolas, lo que permite determinar que los productores han venido manejando un Sistema Agroforestal como tal. Esta variedad de especies poseen diferentes usos e implementaciones, las cuales pueden estar distribuidas o agrupadas, así también tienen densidades muy variadas.

Sin embargo la inexistente información documentada sobre el tipo de sistemas agroforestales, que manejan en estas áreas, los arreglos más frecuentes, la estructura de estos, las especies de importancia y más utilizadas que podrían contribuir a un aumento de la producción del cultivo principal, son factores que ocasionan que muchos de los productores sigan apostándole a los monocultivos, el aprovechamiento del recurso bosque sin un plan de manejo adecuado.

Dentro de los cacaotales se puede mencionar que existe un manejo inadecuado de igual manera y una sub utilización de cada uno de los componentes del SAF, impidiendo que se alcance un desarrollo sostenible y productivo del sistema y que mejoren las actividades económicas principal y secundarias, teniendo en cuenta siempre la parte de sostenibilidad, sustentabilidad y conservación de los recursos naturales, algo que los productores desconocen totalmente.

3.2. Justificación

Es importante tomar en cuenta elementos culturales para fomentar el desarrollo local de comunidades a través del desarrollo de estrategias de investigación que permita rescatar y conservar los conocimientos culturales que poseen los pobladores de las áreas en investigación, se pretende contribuir con el establecimiento de información base relacionada a los diferentes Sistemas Agroforestales existentes en las aldeas de Saquija y Tzalanum pertenecientes al Municipio de Santa María Cahabón, departamento de Alta Verapaz.

La investigación permitirá identificar y caracterizar los diferentes sistemas agroforestales existentes, la biodiversidad presente, especies forestales beneficiosas para el cultivo del cacao, además de describir el tipo de manejo que implementan y los beneficios que se obtienen, otros beneficios que se podrían mencionar como el aporte nutricional a los suelos, madera para diferentes fines y conservación de suelo.

Adicionalmente los fundamentos técnicos en los que se han basado los comunitarios para la implementación y desarrollo de los SAF y analizarlos desde el punto de vista estructural, funcional, productivo y los posibles efectos adversos encontrados, para conocer las similitudes en términos de sustentabilidad ambiental, económica y social.

Los datos obtenidos serán de gran beneficio para los comunitarios, ya que será tomada como herramienta desarrollada y contrastada para las necesidades propias de la misma área, pudiendo también ser aplicada a otras áreas con características similares a las aldeas de Saquija y Tzalanum, adicionalmente esta información podrá servir de referencia y permitirá la planificación, investigación y transferencia de tecnologías de futuros trabajos en el ámbito forestal, agrícola y agroforestal.

IV. Objetivos del Estudio

4.1. Objetivo general

Caracterizar los sistemas agroforestales, cacao-especies arboreas, en las aldeas de Saquijá y Tzalanum, municipio de Santa María Cahabón, departamento de Alta Verapaz.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar la estructura de los sistemas agroforestales identificados y la biodiversidad presente.
- Categorizar de acuerdo al uso, las diferentes especies identificadas en los SAF.
- Describir el tipo de manejo que implementan en los SAF y los beneficios que se obtienen.

V. Metodología

5.1. Descripción del área de estudio

El trabajo de investigación se centró específicamente en las aldeas de Saquija y Tzalanum, perteneciente al municipio de Santa María Cahabón del departamento de Alta Verapaz. Las aldeas seleccionadas tuvieron una apertura y accesibilidad para llevar a cabo dentro de sus límites la investigación, contando con la accesibilidad y apoyo de los comunitarios.

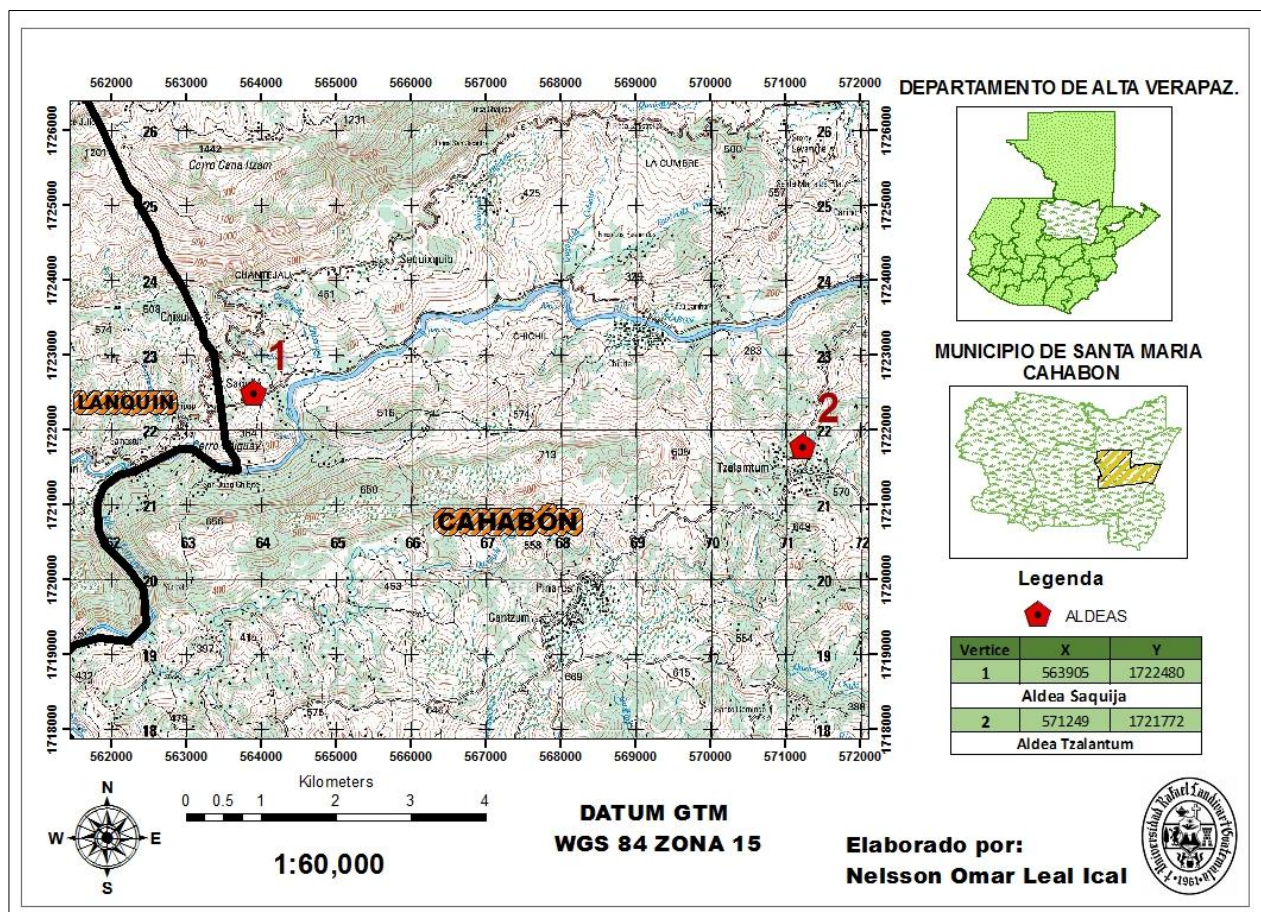


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, Aldea Saquija y Aldea Tzalanum. Fuente: Elaboración propia con base en hoja cartográfica IGN-2010.

De acuerdo a la información que maneja la gente de sus comunidades y toda el área que abarcan las mismas, se determinó que para la aldea Saquija en la actualidad existen

196 familias con un promedio de 6 personas por familia, teniendo un total de población aproximado de 1,176 personas.

Para la aldea Tzalanum en la actualidad existen 136 familias con un promedio de igual manera de 6 personas por familia, teniendo un total de población aproximado de 816 personas.

5.2. Unidad de análisis

Se realizó un primer acercamiento con cada una de las aldeas previamente seleccionadas (Saquiya y Tzalanum), realizando un sondeo con los líderes comunitarios (COCODE's) conformando un listado de 108 fincas en la aldea Saquiya y 97 fincas en la aldea Tzalanum teniendo un total de 209 fincas.

Se efectuó una estratificación de fincas, que consistió en dividir toda la población objeto de estudio en diferentes subgrupos o estratos disjuntos (Estrato I y Estrato II) de manera que cada uno de los individuos solo puede pertenecer a un estrato. Las unidades de medida comúnmente utilizadas por los comunitarios son:

- 1 cuerda = 21 mts. x 21 mts. = 441 m² = 0.0441 ha
- 1 manzana = 16 cuerdas = 7056 m² = 0.7056 ha

El criterio para establecer el rango mínimo de área para el estrato I, fue tomar la finca que contaba con la extensión de área más pequeña, la cual corresponde a dos cuerdas que equivale a 882 m² (0.0882 ha), siendo este nuestro punto de partida y el rango máximo de área para el estrato I, fue una manzana que equivale a 7056 m² (0.7056 ha).

Para el estrato II el rango mínimo de área, se consideró la extensión de finca que contara con 17 cuerdas lo que equivale a 7497 m² (0.7497 ha), para el rango mínimo de área para el estrato II, se consideró la finca con más extensión de área que son 57 cuerdas lo que equivale a 25137 m² (2.5 ha). Tal y como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 4
Estratificación del total de fincas identificadas.

Aldea	Total de fincas	Estrato I (0.0882 ha – 0.7056 ha)	Estrato II (0.7497 ha – de 2.5 ha)
Saquiija	108	72	36
Tzalantum	97	69	28
Total	205	141	64

5.2.1. Premuestreo. Una vez definida la población objeto de estudio se realizó un premuestreo con la finalidad de determinar el número de fincas en las que la actividad productiva principal fuera el cacao, adicionalmente si dentro de estas fincas el cacao se encontraba asociado a una o más especies (arbóreas, agrícolas) o bien si era manejado como un sistema de monocultivo (tabla 5), además de la accesibilidad de las fincas, el nivel de conocimiento y disponibilidad de los propietarios.

Tabla 5
Resultados del premuestreo.

Aldea y estrato	Cacao (monocultivo)	Cacao en asocio con una especie	Cacao en asocio con dos o más especies
Saquiija (Estrato I)	2	0	70
Saquiija (Estrato II)	1	1	34
Tzalantum (Estrato I)	3	1	65
Tzalantum (Estrato II)	0	0	28
Total	6	2	197

Los resultados expuestos en la tabla anterior reflejan para las dos aldeas un total de 13 fincas que manejan el cacao como un sistema de monocultivo, que representa en porcentaje un 2.93%. El total de fincas con cacao en asocio con una sola especie es de 2 fincas que representa un 0.97% y el total de fincas con cacao en asocio con dos o más especies es de 197 fincas, que representa un 96.1%.

5.2.2. Muestreo. Tomando como punto de partida la estratificación de fincas y el premuestreo realizado se procedió a definir la muestra de fincas para su posterior caracterización. Se utilizó la formula estadística de muestreo aleatorio simple la cual es explicada a continuación.

$$n = \frac{Z^2 p q N}{N e^2 + Z^2 p q}$$

Donde:

Z = Nivel de confianza.

p = Variabilidad positiva.

q = Variabilidad negativa.

N = Tamaño de la población.

e = Precisión.

n = Tamaño de la muestra.

La variabilidad positiva p, se definió por criterio propio, basado en el resultado del premuestreo donde un total de 197 fincas que representan el 96% del total de fincas para las aldeas sujetas a estudio, manejan el cacao como actividad productiva en asocio como dos o más especies tanto agrícolas como arbóreas y para la variabilidad negativa q se tomó el 4%.

El nivel de confianza Z se definió como 1.96 basados en la variabilidad positiva que es del 96% y la tabla de distribución estándar. En cuanto a la precisión 5% es definida a criterio del investigador y puede ser utilizado desde un 3% hasta un 6%.

Los datos utilizados para aplicar la formula en la aldea Saquija fueron los siguientes:

$$\begin{aligned}
 Z &= 1.96 \text{ (Tabla de distribución estándar)} & n &= \frac{(1.96)^2 (0.96)(0.04)(108)}{(108)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.96)(0.04)} \\
 \text{(Para el 96\% de confiabilidad y 5\% de precisión)} & & & \\
 p &= 96\% (0.96) & n &= \frac{15.93188352}{0.41751744} \\
 q &= 4\% (0.04) & & \\
 N &= 108 & & \\
 e &= 5\% (0.05) & n &= 38.15860
 \end{aligned}$$

Teniendo un resultado en cuanto al tamaño de la muestra para la aldea Saquija de 38 fincas, las cuales fueron seleccionas de forma aleatoria.

Los datos utilizados para aplicar la formula en la aldea Tzalandum fueron los siguientes:

$$\begin{aligned}
 Z &= 1.96 \text{ (tabla de distribución estándar)} & n &= \frac{(1.96)^2 (0.96)(0.04)(97)}{(97)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.96)(0.04)} \\
 \text{(Para el 96\% de confiabilidad y 5\% de precisión)} & & & \\
 p &= 96\% (0.96) & n &= \frac{14.30919168}{0.39001744} \\
 q &= 4\% (0.04) & & \\
 N &= 97 & & \\
 e &= 5\% (0.05) & n &= 36.68859
 \end{aligned}$$

Teniendo un resultado en cuanto al tamaño de la muestra para la aldea Tzalandum de 37 fincas, las cuales fueron seleccionadas de forma aleatoria.

Para estimar con mayor precisión el tamaño de la muestra para cada estrato, se consideró la siguiente formula:

Donde:

N_k = Número de fincas en cada estrato.

N = Número de fincas.

n = Tamaño de la muestra.

n_k = Tamaño de la muestra para cada estrato.

$$n_k = \frac{N_k n}{N}$$

Los datos utilizados para el cálculo de la muestra en cada estrato en la aldea Saquija fueron:

$$n = 38 \text{ fincas (tamaño de la muestra).}$$

$$N_1 = 72 \text{ fincas (total de la población para el estrato 1).}$$

$$N = 108 \text{ fincas (total de la población).}$$

$$n_1 = \frac{N_1 n}{N}$$

$$n_1 = \frac{(72)(38)}{108}$$

Obteniendo un resultado para el estrato 1 de 25 fincas.

$$n_1 = 25.333$$

$$n = 38 \text{ fincas (tamaño de la muestra).}$$

$$N_1 = 36 \text{ fincas (total de la población para el estrato 2).}$$

$$N = 108 \text{ fincas (total de la población).}$$

$$n_2 = \frac{N_2 n}{N}$$

$$n_2 = \frac{(36)(38)}{108}$$

Obteniendo un resultado para el estrato 2 de 13 fincas

$$n_2 = 13.167$$

Los datos utilizados para el cálculo de la muestra en cada estrato en la aldea Tzalanum fueron:

$$n = 37 \text{ fincas (tamaño de la muestra).}$$

$$N_1 = 69 \text{ fincas (total de la población para el estrato 1).}$$

$$N = 97 \text{ fincas (total de la población).}$$

$$n_1 = \frac{N_1 n}{N}$$

$$n_1 = \frac{(69)(37)}{97}$$

$$n_1 = 26.319$$

Obteniendo un resultado para el estrato 1 de 26 fin

$$n = 37 \text{ fincas (tamaño de la muestra).}$$

$$N_1 = 28 \text{ fincas (total de la población para el estrato 2).}$$

$$N = 97 \text{ fincas (total de la población).}$$

$$n_2 = \frac{N_2 n}{N}$$

$$n_2 = \frac{(28)(37)}{97}$$

Obteniendo un resultado para el estrato 2 de 11 fin

$$n_2 = 10.680$$

En el Tabla 6., se define cada uno de los resultados obtenidos a través de las formulas implementadas para conocer la muestra representativa por estrato y por aldea.

Tabla 6

Muestra de la Estratificación total de fincas identificadas.

Aldea	Población	Estrato I	Estrato II	Muestra Estrato I	Muestra Estrato II
Saquija	108	72	36	25	13
Tzalantum	97	69	28	26	11
Total	205	141	64	51	24

Se identificaron 108 fincas en la aldea Saquija y 97 fincas en la aldea Tzalantum, teniendo un total de 205 fincas, basados en el dato de la muestra del total de la población, setenta y cinco (75) fincas, que sumadas dan un total de 92.887 hectáreas, se procedió a decidir de forma aleatoria las fincas que serían visitadas y caracterizadas tomando en cuenta la disponibilidad de tiempo del propietario, aplicando y desarrollando las herramientas definidas que nos permitieran obtener información valiosa que posteriormente sería analizada e interpretada, obteniendo así los resultados de la investigación.

5.2.3. Georeferenciación de las fincas. A partir del uso de un GPS navegador marca Garmin 60 CSx, se procedió a georeferenciar la ubicación de cada una de las fincas a investigar seguidamente se llevó a cabo la elaboración de cada uno de los mapas, enmarcando los dos estratos para la aldea Saquija (*Figura 3*) y la aldea Tzalantum (*Figura 4*) las coordenadas de referencia (Ver anexo 4) fueron sobre puestas en una ortofoto (foto satelital), utilizando el programa Arcgis versión 10.3.

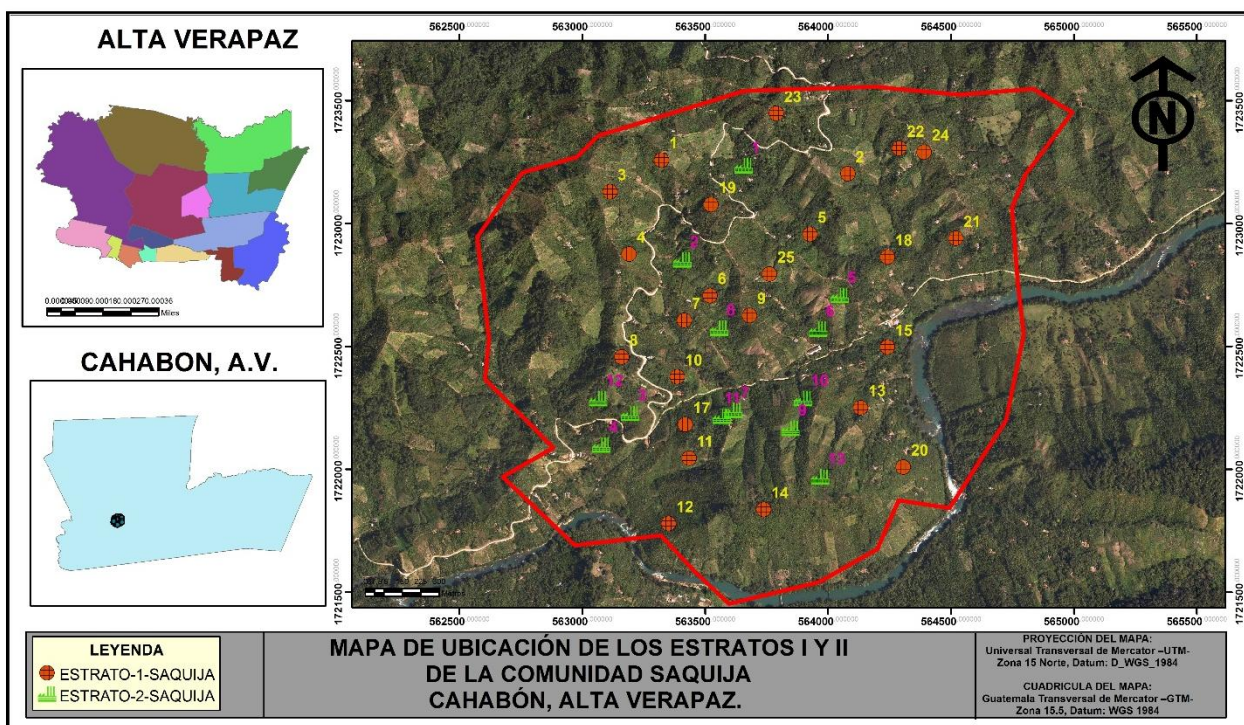


Figura 3. Mapa de ubicación de las fincas para los estratos I y II, Aldea Saquija. Fuente: Elaboración propia con base en ortofoto MAGA-2006.

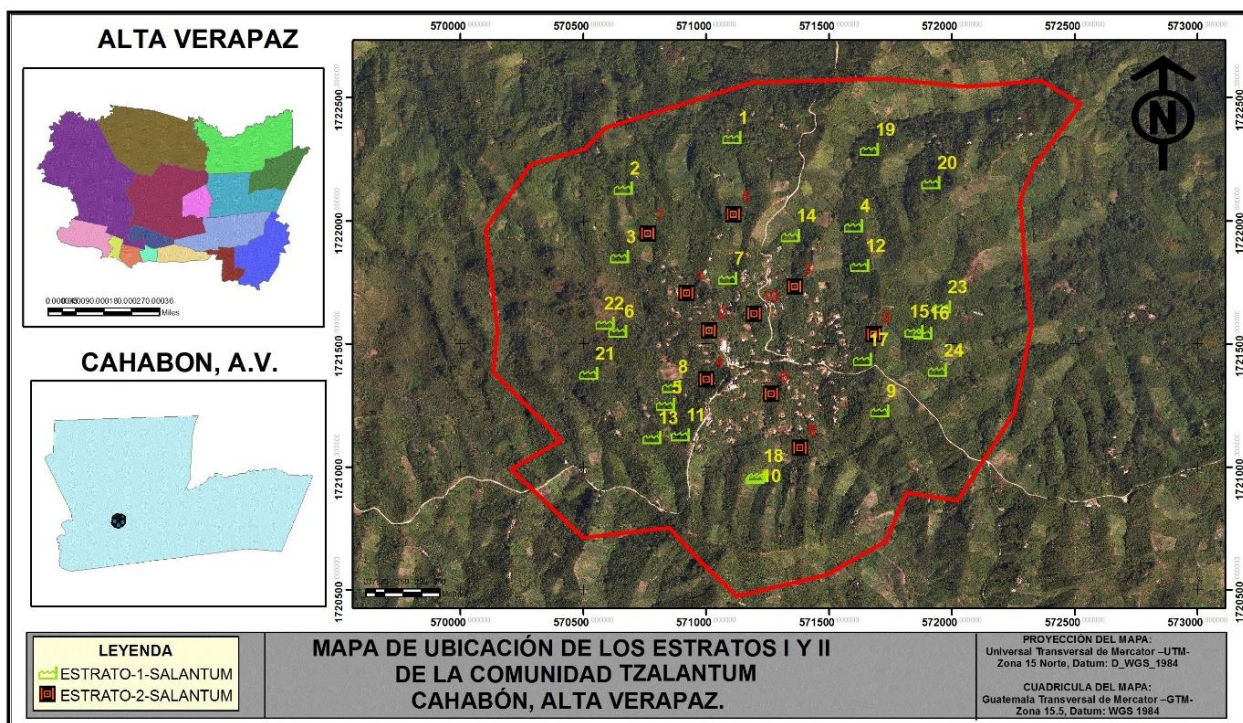


Figura 4. Mapa de ubicación de las fincas para los estratos I y II, Aldea Tzalanum. Fuente: Elaboración propia con base en ortofoto MAGA-2006.

5.3. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo descriptiva, cuyo fin es determinar las características más importantes en la composición y/o arreglo agroforestal con que cuentan cada uno de los productores de las comunidades sujetas a estudio. Los resultados fueron interpretados con el objeto de definir las especies forestales adecuadas que tengan compatibilidad con el cultivo de cacao, así como el tipo de arreglo agroforestal que se adecue a las necesidades de los productores en las aldeas donde se llevó a cabo la investigación Saquija y Tzalanum, contribuyendo de esta manera a disminuir la degradación de los recursos naturales y a su vez que diversifique las actividades económicas.

5.4. Instrumentos

Se utilizaron diferentes tipos de instrumentos los cuales se muestran en la Tabla 6 y posteriormente se describe y detalla la funcionalidad de cada uno de estos, los mismos sirvieron para desarrollar las actividades de levantamiento y procesamiento de datos, fueron de vital importancia para la consecución de la presente metodología.

Tabla 7
Instrumentos empleados por actividad.

Actividad realizada	Instrumento
Georeferenciación de fincas	GPS Garmin 60CSx, Equipo de cómputo con instalación del programa ArcGis versión 10.3, ortofotos del área de estudio y hojas cartográficas.
Caracterización de los sistemas agroforestales	Guía para caracterización de sistemas agroforestales, Matriz de especies presentes en el sistema agroforestal.
Redacción de resultados	Equipo de cómputo con instalación del programa Microsoft office, Hojas, tamaño carta, impresora.

5.4.1. Matriz de especies presentes en el Sistema Agroforestal. La matriz de especies (Ver anexo 3) fue diseñada con el fin de recolectar información valiosa de los SAF como lo es: número de veces que se repite la especie encontrada en cada uno de los SAF sujetos a estudio (No.R.), nombre de la especie con que se le conoce en el idioma Q'eqchi', nombre común que se maneja en la región y nombre científico adicionalmente se fueron asignándoles categorías de uso definidas como especifica en la Tabla 8, de acuerdo al uso y/o formas para las que son empleadas en diferentes actividades.

Tabla 8
Categorías de uso definidas.

Ref.	Categoría	Definición
Al	Alimento	Especie utilizadas por los pobladores como comestibles, incluyen frutos, semillas, tubérculos, cogollos, tallos,
Co	Construcción	Especies utilizadas como horcones por su capacidad de soportar bastante peso, en las construcciones.
Fo	Forraje	Especies empleadas en la alimentación y crianza de animales.
Cm	Combustible	Especies con alto valor calorífico que son utilizadas como fuente de energía en los hogares de los comunitarios.
Md	Medicinal	Especies que presentan propiedades curativas reconocidas a nivel local.
Or	Ornamental	Especies que por su belleza y porte sea de las flores, frutos, hojas o el individuo en su totalidad son empleados en la decoración de espacios y son conocidos por la comunidad como especie de lujo.
Re	Religiosas	Especies relacionadas con creencias religiosas, agüeros, mitos y leyendas a nivel de local.
So	Sombra	Especies utilizadas como sombra para los cacaotales, ya que en sus primeras etapas de crecimiento es necesaria para poder desarrollarse.
Ma	Madera	Especies utilizadas fácil de moldear para realizar trabajos de carpintería.
Cv	Cercas vivas	Especies utilizadas por los propietarios para mantener delimitadas las fincas.

La matriz de especies presentes en los sistemas agroforestales fue resuelta de manera conjunta con la guía para caracterización de sistemas agroforestales,

específicamente con el numeral 2 y los incisos que contiene a), b), c), d) y e), con la información obtenida se conformaron grupos en los cuales estuviera contenido cada uno de los componentes identificados los cuales son: forestales, agrícolas, frutales y hortícolas.

5.4.2. Guía para caracterización de Sistemas Agroforestales. La guía (Anexo 4) como su nombre lo indica se utilizó en la caracterización de sistemas agroforestales como un conjunto y a la vez de manera individual por los componentes que conforman o se encuentran dentro del mismo, fue desarrollada como una entrevista semi-estructurada con los productores, enriqueciéndola con lo observado en campo mediante los recorridos realizados dentro de las mismas fincas.

La guía se divide en siete (7) numerales los cuales son: 1. Información general sobre el productor y su entorno. 2. Estructura y composición de los Sistemas Agroforestales. 3. Estructura vertical y horizontal. 4. Categorías de uso de las especies presentes en los SAF. 5. Manejo del SAF. 6. Productividad del Sistema. 7. Posibles efectos adversos. La información obtenida se detalla en los resultados de la investigación.

5.5. Procedimiento

El proceso de recolección de la información; fue necesario realizarla en cuatro fases de acuerdo a los objetivos planteados dentro de la investigación; una fase inicial de consulta documental, una primera fase de campo en la cual se logró el acercamiento con los líderes de cada una de las aldeas y determinar el total de fincas por aldea, que serían la muestra para el desarrollo de la investigación, una segunda fase de campo para realizar la caracterización del sistema agroforestal de cacao y por último la fase final de gabinete.

5.5.1. Consulta documental. Se realizaron diferentes consultas en diagnósticos, libros, tesis, revistas, manuales técnicos que aportaran información importante y de utilidad para fundamentar la información y los datos generados en la investigación previa a las dos fases de campo.

5.5.2. Primera fase de campo.

a. Socialización del proyecto de investigación

Se realizó un primer acercamiento con los líderes de las aldeas de Saquija y Tzalanum, de manera oficial en una asamblea general convocada por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), en el cual se socializaron, explicaron los objetivos de la investigación y los alcances de la misma.

b. Protocolo de presentación

Este instrumento permitió como investigadores, presentarnos de manera clara con los productores (unidad de análisis), dando a conocer que no estaban obligados a ser parte de la investigación, además de los procedimientos, objetivos y alcances que se pretendían obtener como producto de la investigación a nivel general de la comunidad y los tiempos que se manejarían en la realización del trabajo de campo (Ver Anexo 2).

5.5.3. Segunda fase de campo.

a. Levantamiento de información

En esta etapa del proceso se llevó a cabo la información en campo en conjunto con los productores seleccionados (unidad de análisis), este proceso se realizó en el idioma local (Q'eqchi'). Acompañados de un informante clave (persona que se le considera como referente y que conociera cada una de las comunidades en general).

b. Evaluación del componente Agrícola y Forestal

La densidad se determinó mediante parcelas en forma rectangular de 500 mt², (20 * 25 metros). Con esto se logró obtener una estimación más concreta del área evaluada.

- **Componente Agrícola**

Esta variable encierra los aspectos técnicos del proceso de producción agrícola; para la determinación del estado del componente agrícola, los indicadores de esta variable son:

- Siembra.
- Producción.
- Manejo agronómico: fertilización, manejo de plagas y enfermedades.

- Componente Forestal

En esta variable se analiza lo relacionado a: especies forestales preferidas, nativas o exóticas, el método de siembra (semilla, plántula o regeneración natural), el uso que le da a las especies.

5.5.4. Fase final de gabinete. Las boletas con la información recolectada se agruparon de acuerdo a la comunidad, municipio y estrato. Su tabulación se realizó individualmente según aspectos, agronómicos y silviculturales.

Después de recabar toda la información se procedió a transcribirla y ordenarla de tal manera que fuera fácil su análisis, interpretación y redacción a la hora de elaborar el documento final, se realizó una comparación de los datos obtenidos directamente de campo con la información obtenida en gabinete.

5.6. Variables de estudio

Las variables sujetas a evaluación son descritas basados en los objetivos específicos del estudio los cuales se detallan a continuación:

5.6.1. Variables a medir para el primer objetivo: Determinar la estructura de los sistemas agroforestales identificados y la biodiversidad presente.

- Identificación de especies vegetales.
- Variedades de cacao (*theobroma cacao*) identificadas.
- Identificación de la Fauna presente en los SAF.
- Estructura vertical de los SAF.
- Estructura horizontal de los SAF.

5.6.2. Variables a medir para el segundo objetivo: Categorizar de acuerdo al uso, las diferentes especies identificadas en los SAF.

- Determinar la categoría a la cual pertenecen las especies identificadas.
- Usos que se les da a cada una de las especies presentes en SAF.
- Grado de conocimiento que tiene la población en cuanto al uso.

5.6.3. Variables a medir para el tercer objetivo: Describir el tipo de manejo que implementan en los SAF y los beneficios que se obtienen.

- a. Distanciamiento y productividad de cada uno de los componentes del SAF.
- b. Disponibilidad de los diferentes cultivos en el SAF, durante el año.
- c. Tipo de manejo implementado por los productores en los SAF.
- d. Herramientas utilizadas para llevar a cabo las actividades de manejo.
- e. Posibles efectos adversos que se presentan por falta de manejo.
- f. Beneficios que generan los SAF.
- g. Aporte de los SAF a la conservación de la biodiversidad.

VI. Resultados y Discusión

6.1. Generalidades de las aldeas sujetas a estudio

Se realizaron un total de ochenta (80) entrevistas semiestructuradas como parte de la caracterización efectuada, setenta y cinco (75) entrevistas fueron destinadas a los propietarios a la vez que se realizaban los recorridos en cada una de las fincas. Las cinco (5) entrevistas restantes fueron realizadas a los líderes comunitarios de las aldeas, para conocer el punto de vista y percepción general de cada una de las aldeas (Saquija y Tzalanum) con relación a los sistemas agroforestales (SAF) de la zona.

En cuanto a la edad de los encuestados el promedio es de 48 años, el 77.3% de los encuestas son hombres y el 22.6% restante son mujeres. Esto debido a que la entrevista semiestructurada iba dirigida a un público adulto (padre o madre de familia), que a su vez son dueños y responsables de sus fincas o parcelas en donde está establecido el SAF, mismo que han venido manteniendo y enriqueciendo a través de los años.

El nivel de educación de los productores es relativamente bajo; 19% de los encuestados no ha recibido ningún tipo de educación, el 32% responde que no ha completado el nivel primario, el 25% si completo el nivel primario, el otro 15% ha logrado alcanzar el nivel básico y por ultimo un 9% ha logrado culminar el nivel diversificado. Los encuestados resaltan el grado de dificultad que representa el poder asistir a un centro educativo, siendo la accesibilidad a este uno de los problemas, por las largas distancias que se deben recorrer a diario. La segunda razón es la falta de motivación por lo mismo que prefieren ganar dinero a diferencia de recibir clases.

El 42% del total de los entrevistados considera que existe una barrera idiomática ya que habla únicamente el idioma local el cual es el Q'eqchi', el otro 58% logra entender y escribir el idioma español, aunque al hablarlo no es fluido, por lo que no tienen un dominio total del idioma.

6.1.1. Actividad comercial principal. La actividad predominante en la zona es la producción y comercialización de cacao (*theobroma cacao*) que va desde la venta del fruto (popocha o pocha) (Figura 5.A), cacao en baba (Figura 5.B) que es en una presentación donde se extrae la semilla y pasa por un proceso de fermentado en cajas de madera curada de 1 metro de largo por 1 metro de alto y por último el cacao seco (Figura 5.C), donde luego de haberlo expuesto al sol o mediante uso de secadoras a base de leña, queda únicamente la semilla seca, este podría considerarse un producto final, listo para su comercialización ya sea por libra, arroba o quintal, esto dependerá tanto de la capacidad que tenga el productor para producir y la capacidad adquisitiva del cliente o consumidor final.



Figura 5. Producción y comercialización del cacao. A) Fruto de cacao. B) Cacao en baba. C) Cacao seco.

Luego en menor escala, (esto no significa que no sea de importancia para los productores) están diversos productos agrícolas de consumo diario comúnmente el maíz, frijol, achiote, chile habanero y el chile cahabonero, también los frutales como banano, plátano y adicionalmente esta la crianza de aves de corral (ganadería menor).

De manera complementaria a los ingresos económicos que genera el SAF, los productores también desempeñan trabajos de albañilería y carpintería, también existe un trabajo que ellos denominan jornal, que básicamente es el trabajo desempeñado por día, trabajando en la limpia de las fincas, con esto nos referimos a realizar plateo, podas, raleos y el chapeo respectivo, es desempeñado dentro de las áreas del centro del municipio y/o lugares circunvecinos.

6.1.2. Tenencia de la tierra. En cuanto a la tenencia de la tierra, todos los productores entrevistados son dueños de sus propiedades de las cuales el 81% cuenta con derechos posesionales sobre la tierra, el restante 19% cuentan con escrituras debidamente registradas.

De acuerdo a las entrevistas llevadas a cabo, en el manejo de los SAF (siembra, poda, limpieza y enriquecimiento con otras especies), se ven involucrados de manera directa tanto hombres como mujeres, siendo estos, padre y madre del hogar, en el caso de los hijos e hijas, tienen una participación temporal en su mantenimiento, debido a que por las mañanas se dedican a estudiar.

El 77% de los productores trabaja únicamente en sus fincas, el 23% restante realiza trabajos como jornal en fincas cercanas a sus propiedades. El 13% de los productores menciona que el sustento familiar no se logra cubrir por lo que se ven obligados a poner a trabajar a sus hijos (hombres) como jornaleros, para apoyar en casa.

6.1.3. Clasificación de los sistemas agroforestales identificados. El 100% de los SAF identificados dentro de las aldeas de Saquija y Tzalam, corresponden a la clasificación de Sistemas Agroforestales Simultáneos siendo el tipo de tecnología agroforestal manejada “Huertos caseros mixtos” esto de acuerdo a lo que definen Jiménez y Muschler (2001), la peculiaridad de estos sistemas es que la casa de habitación de los productores y sus familias se encuentra dentro de la misma área donde se lleva a cabo la siembra y manejo tanto de especies arbóreas, agrícolas y domesticación de fauna (*Figura 6*), estos sistemas generan una variedad de productos

que son utilizados para el consumo propio, a la vez que generan con los excedentes ingresos económicos para el sustento diario. Por lo regular no existe un distanciamiento definido entre los componentes que conforman el SAF, en su mayoría están de forma dispersa y han sido introducidos de forma al azar.



Figura 6. Viviendas tipo rusticas dentro de los SAF, en las aldeas de Saquija y Tzalanum.

La FAO (2003) menciona que los alimentos provenientes de los huertos caseros tienen una función importante al proporcionar un dispositivo de seguridad, un complemento de dichos productos básicos. Este puede ser comprendido como una huella cultural, donde se registra la presencia de determinadas especies y variedades vegetales, especies y razas de animales y manejo agrozootécnico, lo que permite conocer a través broches y sincretismos culturales (Ospina, 2006). Con este sistema se puede crear un ambiente agradable para la casa, incorporando alrededor de ella plantas medicinales, árboles maderables, para leña, plantas forrajeras, frutas diversas, a una distancia irregular, cuidando en dejar un espaciamiento entre plantas de 4 a 6 metros (PMSRF, 2007).

6.1.4. Tamaño de los SAF. Los SAF ocupan por lo regular la totalidad del área de las fincas, en cuanto a la extensión de las mismas estas son relativamente pequeñas, el tamaño promedio tomando en cuenta las dos aldeas (Saquija y tzalanum) para el estrato I es de 0.45 Ha., que equivale a 10 cuerdas (cuerdas de 21 mts. x 21 mts.), y para el estrato II, 1.37 Ha., que equivale a 31 cuerdas (cuerdas de 21 mts. x 21 mts.) en las

cuales se combinan variedad de actividades agrícolas, pecuarias y forestales, que se traduce en una fuente de ingresos.

6.1.5. Edad de los SAF. De acuerdo a la información de los entrevistados, no se pudo determinar el dato real que reflejara la edad actual de los SAF, debido a que los componentes se han ido estableciendo de acuerdo a las necesidades de los productores y con forme han ido cambiando su percepción hacia sus propias fincas.

En promedio los cacaotales (cultivo principal), tienen aproximadamente 10 años de haberse establecido, aunque mencionan que hace 3 años aproximadamente en el cacaotal han implementado los injertos, que es una actividad que consiste en introducir una VARIEDAD en una raíz la cual es llamada PATRON o PORTAINJERTO, esta técnica es aplicada en frutales, para mejorar la calidad y producción. En el caso de algunas especies maderables alcanzan un promedio de 20 a 25 años, los otros componentes comprenden edades que van desde los 2 a 5 años y en el caso de las hortícolas que las edades oscilas entre 1 y 2 meses.

6.2. Estructura de los sistemas agroforestales identificados y la biodiversidad presente

Los resultados que refleja la identificación de especies realizada en los SAF fueron los siguientes: 14 especies forestales (3 variedades de cacao), especies consideradas complementarias al SAF que serían 12 frutales, 9 agrícolas y 12 especies hortícolas, teniendo un total de 47 especies vegetales identificas.

6.2.1. Especies forestales. Los productores reconocen que los árboles son parte fundamental de los SAF, aunque este pensamiento se basa únicamente en que proveen sombra, pero la realidad es que pueden mejorar la productividad significativamente del área donde se encuentran plantados, además de influir en las características del suelo, crear un microclima agradable, regular el ciclo hidrológico y mejorar otros componentes orgánicos que se encuentran asociados. En la Tabla 9, se detallan las especies forestales

identificadas en los SAF sujetos a estudio, la cantidad de SAF en que la especie se encuentra presente (No.R.).

Tabla 9
Especies forestales identificadas.

No.R.	Nombre en Q'qechi'	Nombre común	Nombre científico	Familia
56	Copal Pom	Palo Pom	<i>Protium copal</i>	Burseraceae
75	Kanté	Madre Cacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae papilionideae
40	Tyaw	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
37	Sutz'ul	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae
66	Saq che	Palo blanco	<i>Cibistax donnell smithii</i>	Bignoniaceae
7	Hi	Encino	<i>Quercus sp.</i>	Fagaceae
11	Ch'oop	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L	Moraceae
28		Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae
13	Tz'aaj	Taxiscobo	<i>Perymenium grande</i>	Asteraceae
13		Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae
58	Ul'che'	Hule	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae
56	Chaj	Pino de peten	<i>Pinus caribaea</i>	Pinaceae
34	Chochoc	Cuje/Cushin	<i>Inga spp.</i>	Fabaceae
47		Rosul	<i>Dalbergia retusa</i>	Fabaceae

La totalidad de productores encuestados destacan específicamente la *Gliricidia sepium* o bien conocida en el idioma q'eqchi' como Kanté, por los beneficios que provee al cacao, mencionando como principales cualidades el rápido crecimiento, la sombra que provee al cultivo, adicionalmente la copa del árbol no es muy densa, lo que permite que los rayos del sol estén regulados, actualmente el 45% de los productores utilizan esta especie como cercas vivas manejando rebrotes (*Figura 7*).

También los productores le han apostado a la *Castilla elástica*, aunque es muy limitado el conocimiento en cuanto a la forma de aprovechar todo el potencial del hule, lo manejan más por el rápido crecimiento, el *pinus caribaea* también es muy frecuente por la importancia de la madera para la construcción y fuente de leña para los hogares.



Figura 7. Cercas vivas de *Gliricidia sepium*, utilizando rebrotes en las comunidades de Saquija y Tzalamtum.

La *Cibystax donnell smithii* es bastante común en los SAF, en época de verano esta especie produce una flor amarilla muy pintoresca que llama la atención, en al menos 66 SAF se encuentra presente, la especie *Protium copal* es importantísima para los comunitarios ya que es utilizada para diferentes eventos religiosos de la comunidad, la resina obtenida del árbol al momento de hacer un corte en el fuste, es lo que se utiliza, tiene un olor peculiar bastante agradable, se contabilizo que en al menos 56 SAF está presente.

Las especies de alto valor comercial consideradas maderas preciosas son la *Dalbergia retusa* se contabilizo que en al menos 47 SAF se encuentra presente, le siguen la especie *Cedrela odorata* que se encuentra presente en al menos 40 SAF, la *Swietenia macrophylla* con 37, los productores están consciente del potencial económico que estas especies proveerían en su etapa de maduras al momento de comercializarlas, por lo que tratan de darles un cuidado especial.

Luego están las *Ingas spp* presentes en al menos 34 SAF, destaca por su rápido crecimiento, sus ramas se extienden y proveen muy buena sombra, regulando de esta manera el paso de los rayos del sol, la especie *Ficus benjamina* se encontró en 28 SAF, *Perymenium grande* y *Casuarina equisetifolia* se encontraron en 13 SAF, la *Cecropia peltata* L., presente en 11 y los *Quercus spp.*, que tiene un alto valor calorífico, lo que la convierte en blanco fácil para la tala ilegal, por su fácil comercialización, por la alta demanda que existente, llegando a ser catalogada una especie en peligro de extinción, la misma se encuentra presente en 7 SAF.

6.2.2. Especie frutales.

Tabla 10
Especies frutales identificadas.

No.R.	Nombre en q'qechi'	Nombre común	Nombre científico	Familia
49	Koo'k	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae
75	q q'un tul	Banano	<i>Musa sapientum</i>	musaceae
49	Chíín	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
36	Pak	Anona	<i>Annona reticulata</i>	annonaceae
75	Kakaw	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae
44	Lamunx	Limón	<i>Citrus Latifolia</i>	Rutaceae
75	Tul	Platano	<i>Musa paradisiaca</i>	musaceae
52	Mandariin	Mandarina	<i>Citrus nobilis</i>	Rutaceae
17	Putul	Papaya	<i>Carica papaya L</i>	Caricaceae
28	Pata	Guayaba	<i>Psidium guajava L</i>	Myrtaceae
21	Map	Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae
26	Saltul	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae

Aparte del cacao (cultivo principal), para los productores las musáceas son parte esencial en los SAF, esto se ve reflejado ya que se encuentran presentes en los 75 SAF sujetos a evaluación, su importancia radica en que además de proveer sombra constituyen una fuente de ingresos económicos, ya que los bananos y/o plátanos son comercializados, tiene un alta demanda por el sabor y tamaño característico, además de porcentaje estimado del 10% (relativamente pequeño) de la producción es destinado para el consumo propio de las familias.

6.2.3. Variedades de cacao (*Theobroma cacao*) identificadas. El cacao como cultivo principal se encuentra presente en los 75 SAF evaluados, mediante el apoyo de los productores se identificaron tres (3) variedades diferentes siendo estas Criollo, Forastero, Trinitario los cuales se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11
Variedades de cacao identificadas.

Tipo de variedad	Descripción	Predominancia
	Criollo/fin Frutos de forma alargada puntiaguda, con cascara suave y arrugada. Con semillas de sabor dulce, color entre blanco y violeta.	10%
	Forastero/amargo Frutos de forma redonda con cascara fuerte y lisa. Con semillas aplanadas de color morado y sabor amargo.	22%
	Trinitario/hibrido Se origina del cruce del cacao criollo y forastero, de frutos con formas, colores diversos y semillas grandes.	68%

a. La variedad de cacao criollo/fino

Con un porcentaje del 10% de predominancia resulta ser nativa del área y de esta se obtiene el cacao de mayor calidad, una de las variedades más buscadas y codiciadas por los clientes de acuerdo a lo que dieron a conocer los productores, debido al olor y sabor característico del fruto, aunque el precio es superior al de las otras dos variedades identificadas (forastero/amargo y trinitario/hibrido), el costo de mantenimiento de esta variedad resulta ser de muy elevado, al final el balance beneficio/costo para el productor no resulta positivo, por tal razón son pocas las personas que mantienen dentro de sus parcelas esta variedad. Es un cacao de aromas afrutados, de intensidades medias, con notas de frutos secos y ligeramente amargo, pero refinado. Es muy apreciado para los chocolates de mayor calidad.



Figura 8. A) Cultivo de cacao variedad criollo/fino, B) Aprovechamiento del fruto.

b. La variedad de cacao forastero/amargo

Con un porcentaje del 22% de predominancia es la más común, pero también la más robusta y la que da más cantidad de frutos. Produce el grano menos aromático, por lo regular se encuentra asociada con la variedad trinitario/hibrido, aunque se ve superada en número, este cacao tiene un sabor fuerte y amargo, ligeramente ácido. Con mucho tanino y astringencia tienen una gran potencia aromática, pero sin finura ni diversidad de sabores.



Figura 9. Plantaciones de cacao variedad forastero/amargo en su etapa de maduración.

c. La variedad de cacao trinitario/híbrido

Con un porcentaje del 68% de predominancia es un híbrido de las plantas de criollo y forastero, combinando las características gustativas y olfativas de ambos. Este contiene un amplio rango de sabores, aromáticos y persistentes en el paladar.

Es la más producida y comercializada, (*Figura 10*), este material genético mejorado fue introducido por medio del programa de extensión rural impulsado por el convenio que se tenía entre el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Esto acompañado de asesoría técnica, aunque este tipo de proyectos ha mostrado ciertas debilidades por no tener la continuidad necesaria.



Figura 10. Plantaciones de cacao variedad trinitario/híbrido maduro.

d. Condiciones adecuadas para el cultivo de cacao

Las condiciones edafoclimáticas son determinantes para el crecimiento y desarrollo adecuado del cultivo de cacao, el municipio de Santa María Cahabón se encuentra a 300 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo que permite que el régimen de lluvias sea moderado, calor intenso durante gran parte del año. Es importante indicar que el cultivo de cacao no soporta climas fríos o muy secos, estos dos factores afectan directamente el crecimiento y por ende la producción.

Teniendo la noción los productores de las aldeas Saquija y Tzalam, sobre los requerimientos nutricionales del cacao, han venido estableciendo los cacaotales en asocio con especies arbóreas y otras especies complementarias, esto ha permitido el desarrollo de la actividad económica y la producción continua del sistema, los SAF como tales han beneficiado en gran medida en la regulación de la temperatura y humedad dentro de las fincas, creando un microclima agradable para cada uno de los componentes.

6.2.4. Especies agrícolas.

Tabla 12

Especies agrícolas identificadas.

No.R.	Nombre en q'qechi'	Nombre común	Nombre científico	Familia
21	O	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
45	Xatyaw	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae
29	Chima'	Güisquil	<i>Sechium edule</i>	Cucurbitaceae
49	Qib'	Pacaya	<i>Chamaedorea elegans</i>	Arecaceae
61	Ixim/waj	Maiz	<i>Zea Mays L</i>	Gramineae
46	Kapé	Café	<i>Coffea arabica L.</i>	Rubi Acea
31	Peens	Pimienta gorda	<i>Pimenta dioica</i>	Myrtaceae
64	Ik'	Chile cahabonero	<i>Capsicum annuum L. var annuum</i>	Solanaceae
75	Ken'q	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae

Dentro de las especies complementarias al SAF en este caso agrícolas se encuentra el *Phaseolus vulgaris* y *Zea Mays* L., como los granos básicos que proveen a las familias el sustento diario, el frijol y maíz están contemplados dentro de la dieta diaria esencial de los guatemaltecos. Otra especie que resalta por su importancia *Capsicum annuum* L. var *annuum*, conocida como chile cahabonero, haciendo alusión al nombre del municipio.



Figura 11. Almacenamiento de las mazorcas producto de la cosecha del maíz.

6.2.5. Especies hortícolas.

Tabla 13

Especies hortícolas identificadas.

No.R.	Nombre en q'qechí	Nombre común	Nombre científico	Familia
45	Iskij	Hierba buena	<i>Mentha citrata</i> L.	Labiata
70		Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Labiadas
65	Samat	Cilatron	<i>Eryngium foetidum</i>	Apiaceae
70	kulantr	Culantro	<i>Coriandrum sativum</i>	apiaceae
64	Ichaj	Zacate	<i>Paspalum notatum</i>	Poaceae
43	Kaxlan is	Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae
75	Isquij pur	Apazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Compositae
67		Cebollin	<i>Allium schoenoprasum</i>	Liliáceas
60		Ruda	<i>Ruta</i>	Rutaceae
72	Mak'uy	Hierba mora	<i>Solaun americanum</i> mil	Solanaceae
17	Kuquil	Izote	<i>Yucca elephantipes</i>	Agavaceae
22	Tz'in	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	euforbiáceae

Los productores coinciden en que las especies frutales, agrícolas y hortícolas contribuyen a garantizar alimento necesario a las familias, lo que permite que tengan disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad, aunque resulta no ser suficiente la producción para garantizar la seguridad alimentaria.

La conservación de las especies identificadas responde a una combinación de factores tanto sociales, ecológicos que se presenta en la región, esto ha propiciado la estructura y composición de este tipo de SAF en las aldeas de Saquija y Tzalanum, además del uso y aprovechamiento racional que los productores han venido realizando, permite que cada una de las especies mantengan una condición similar a la natural.

Cada uno de los componentes de los SAF además de funcionar como una barrera natural para evitar la propagación de patógenos, también desempeñan el papel de moderar la fuerza del viento convirtiéndolos en una cortina rompe vientos, es por ello que los productores mantienen diferentes especies de manera dispersas o en hileras, como se puede visualizar en la *Figura 12*.



Figura 12. Fotografías semi-aereas de los SAF, en las aldeas Saquija y Tzalanum.

6.2.6. Identificación de la fauna presente en los SAF. Es característico de los SAF encontrar ciertas especies de fauna, esto destaca la importancia que la diversidad vegetal puede reforzar el hábitat de algunos animales donde los más comunes son de tipo domésticos, sin embargo, se observó que entre más cercanos se encuentren de los ecosistemas naturales la población inicia un proceso de domesticación con las especies de tipo silvestre, donde podríamos mencionar el claro ejemplo del coche monte (*Pecari*

tajacu) donde en al menos 46 SAF fue observado, lo que equivale a un 61% de los SAF evaluados.



Figura 13. Coche monte (*Pcari tajacu*) en el idioma q'eqchi' le llaman kiche' aaq.

a. Fauna doméstica

En las aldeas de Saquija y Tzalandum se observó que cada casa u hogar mantiene fauna doméstica, como aves y mamíferos. Dentro de las principales especies encontradas se pueden mencionar: vacas (*Bos taurus*) que fueron observados en un 34% del total de SAF, gallinas (*Gallus gallus*) en un 80% de los SAF (Figura 14), chompipes o pavos (*Meleagris*) en un 67% y patos (*Anas platyrhynchos*) en un 74% (Figura 15).

Estas especies de fauna sirven para consumo, aunque también representan un ingreso económico para cada una de las familias si deciden comercializarlos.

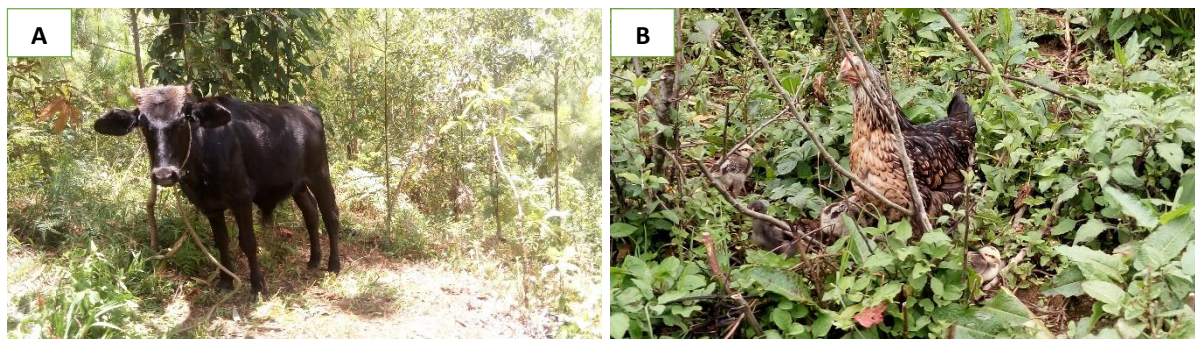


Figura 14. A) wuakax (Vaca), B) kaxlan (Gallina/Pollo), nombre con que se les conoce en el idioma q'eqchi'.



Figura 15. A) akach' (Chunto), B) Patux (Patos), nombre con que se les conoce en el idioma q'eqchi'.

El perro (*Canis familiaris*), que es utilizado principalmente como guardián aunque también es empleado para la cacería, fue observado en los 75 SAF (100%), el gato (*Felis sp.*) que funciona más como un adorno fue observado en 45% de los SAF.



Figura 16. A) T'zi (Perro), B) Mis/mes (Gato), nombre con que se les conoce en el idioma q'eqchi'.

Los animales tienen un sitio en el huerto familiar para comer, para andar y para dormir, generalmente están libres y por la tarde buscan su lugar para dormir en sitios específicos diseñados por los propietarios, en el caso de las gallinas y chompipes tienen un gallinero (Figura 17.A), los coches en su chiquero (Figura 17.B) también los mantienen amarrados a un árbol o tronco en los límites de la finca.

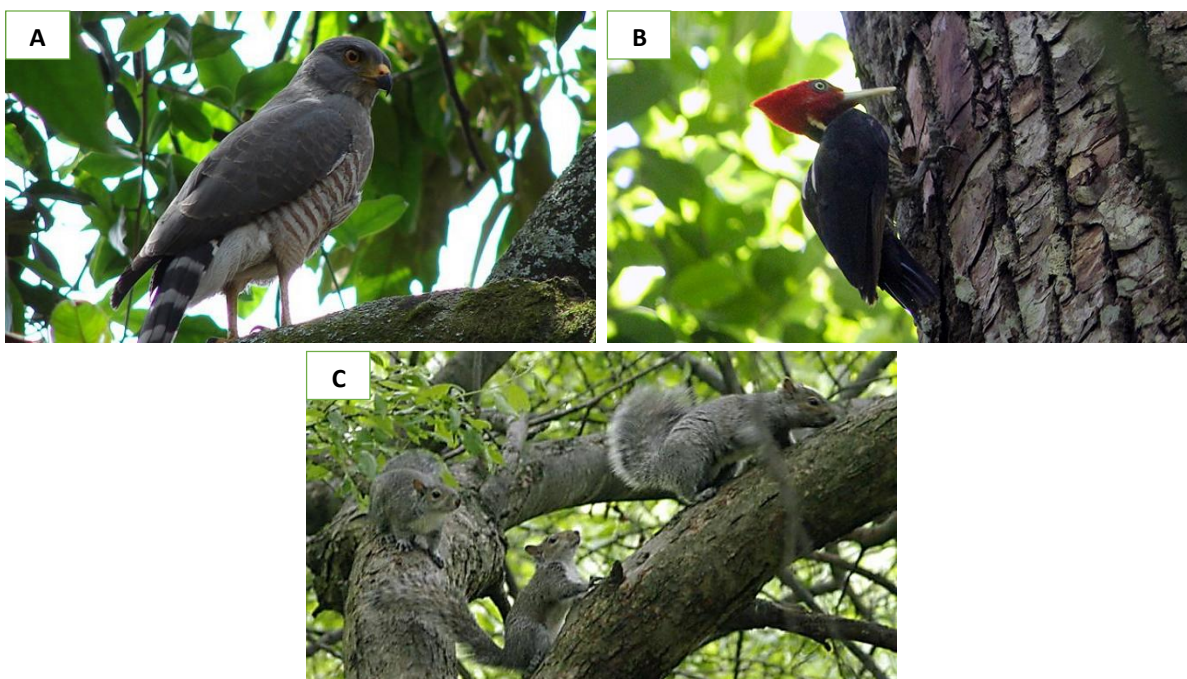


Figura 17. A) Gallinero rustico, B) Chiquero.

b. Fauna silvestre

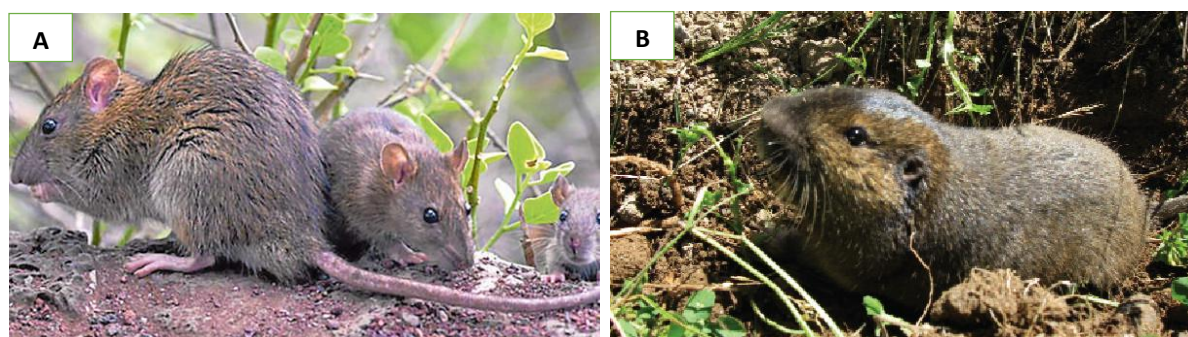
En el caso de algunas especies de fauna, estas se resguardan en los SAF más no viven en el lugar. Pueden ser observadas dentro de estos por dos razones: por alimento o para cazar lo que será su alimento. Tal es el caso de los gavilanes (*Accipiter nisus*) (Figura 18. A), que por la presencia de culebras o ratones en los SAF, son observados merodeando los límites de la finca, adicionalmente los productores mencionan que en varias ocasiones gallinas o pollitos han sido cazadas por este animal, lo que es perjudicial para su economía y para su alimentación.

Por parte los pájaros carpinteros (*Picidae*) (Figura 18.B) y ardillas (*Sciurus vulgaris*) (Figura 18.C) que se alimentan de los frutos del cacao, también son observados dentro de los SAF, pueden llegar a ser considerados una plaga, ya que se ha visto perjudicada la producción del cacao, las ardillas además de alimentarse de los frutales también afecta al *pinus caribaea* se pudo constatar que en al menos 4 SAF, los pinos han empezado a ser descortezados.



Fuente: Anipedia (2018), enciclopedia animal Anipedia. *Figura 18.* Nombre en el idioma Q'eqchi', A) Liklik (Gavilan) B) Tzentzerej/pich (Pájaro carpintero) C) Kuk (Ardilla). Recuperado de <http://anipedia.net>.

Existen otros casos como las ratas (*Rattus*), taltuzas (*Orthogeomys*), armadillos (*Dasypodidae*) y culebras (*Colubridae*), aunque el impacto que causan estos no es de gran magnitud, este tipo de fauna silvestre es predominante en el área, la mayoría de los productores manifiestan la presencia de este tipo de fauna, ellos consideran que buscan resguardo en los SAF, ya que su hábitat natural se ha visto perturbado por el hombre, con el avance de la frontera agrícola, el aprovechamiento de los bosques naturales y el cambio de uso de la tierra, por lo que los componentes que conforman el SAF logra reunir ciertas características similares agradables para estos animales.



Fuente: Anipedia (2018), Enciclopedia Animal Anipedia. *Figura 19.* Nombres en el idioma Q'eqchi', A) ch'ó (Ratón) b) b'a (Taltuza). Recuperado de <http://anipedia.net>.



Fuente: Anipedia (2018), Enciclopedia Animal Anipedia. *Figura 20.* Nombres en el idioma Q'eqchi', A) Selshul' (Armadillo), b) Kanti' (Culebra). Recuperado de <http://anipedia.net>.

6.2.7. Estructura de los Sistemas Agroforestales. La estructura de la vegetación presente en los SAF de las aldeas Saquija y tzalantum, puede ser observada de dos formas: vertical y horizontal, las cuales están en función del manejo que los productores realizan.

a. Estructura vertical

En cuanto a la estructura vertical de los SAF se pueden diferenciar tres estratos: estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo. Se elaboró un perfil vertical (*Figura 21*) a manera de representar la composición de los SAF de manera gráfica.

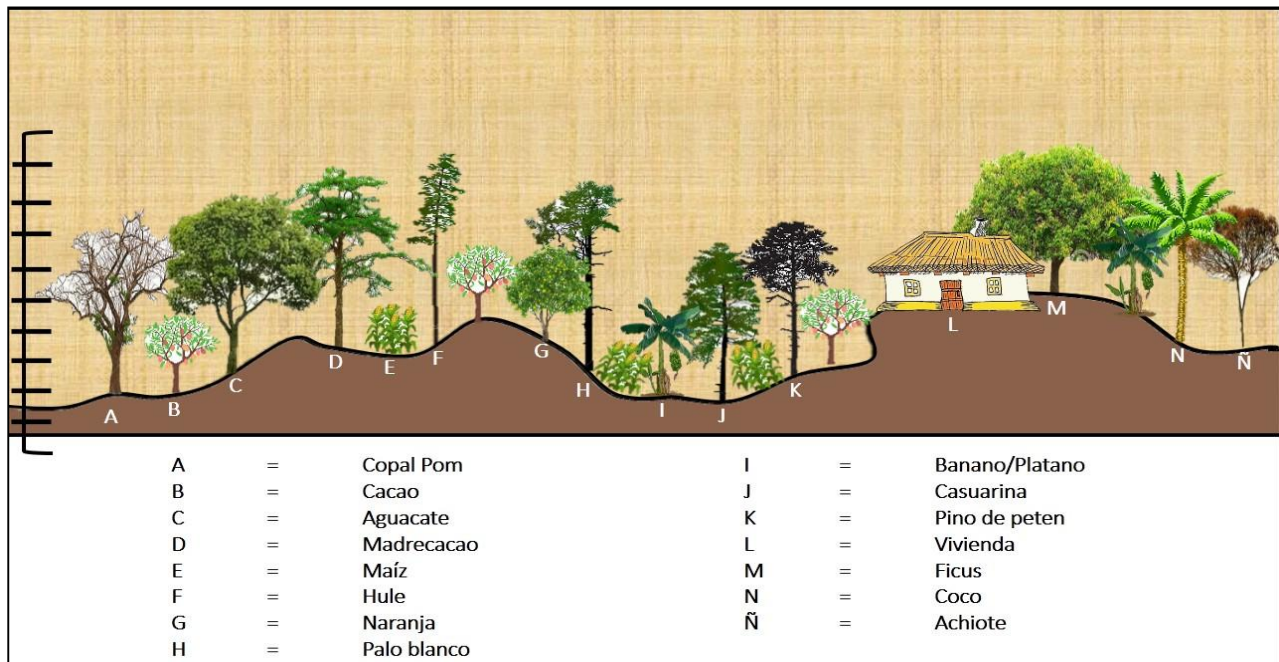


Figura 21. Perfil de la estructura vertical de los SAF en las Aldeas Saquija y Tzalantum.

De acuerdo al criterio de los productores y las alturas estimadas de las diferentes especies se procedió a ordenarlas por estrato quedando de la manera siguiente:

- El estrato arbóreo se encuentra representado por especies con alturas de 10 metros hasta los 20 metros aproximadamente. Palo blanco (*Cibystax donnell smithii*), caoba (*Swietenia macrophylla*), guarumo (*Cecropia Peltata L.*) palo pom (*Protium copal*) cedro (*Cedrela odorata*), encino (*Quercus sp.*), pino de peten (*Pino caribaea*), madre cacao (*Gliricidia sepium*), rosul (*Dalbergia Retusa*), ficus (*Ficus Benjamina*) casuarina (*Casuarina equisetifolia*), Cuje (*Inga spp.*) y hule (*Hevea brasiliensis*), también se encuentran frutales con alturas considerables para este estrato como; coyol (*Acrocomia aculeata*), anona (*Annona reticulata*), aguacate (*Persea americana*) y coco (*cocos nucifera*).
- El estrato arbustivo considera alturas de 2 metros hasta 9 metros aproximadamente, en la observación se registraron especies forestal como el Taxiscobo (*Perymenium grande*), frutales como el banano (*Musa sapientum*), cacao (*Theobroma cacao*), naranja (*Citrus sinensis*), papaya (*Carica papaya L.*), guayaba (*Psidium guajava L.*), plátano (*Musa paradisiaca*), mandarina (*Citrus nobilis*). Agrícolas como la pimienta gorda (*Pimenta dioica*), achiote (*Bixa orellana*), ornamentales como el izote (*Yucca elephantipes*) y forrajeras como el zacate (*Paspalum notatum*).
- En el estrato herbáceo son consideradas las alturas que van desde los 0.10 metros hasta los 1.90 metros aproximadamente, en el cual se registraron especies que sirven de alimento o consumo: café (*Coffea arabica*), pacaya (*Chamaedorea elegans*), albahaca (*Ocimum basilicum L.*), hierba buena (*Mentha citrata L.*), chile cahabonero (*Capsicum annuum L. var annuum*), cilantron (*Eryngium foetidum*), culantro (*Eryngium foetidum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea Mays L.*), apazote (*Chenopodium ambrosioides L.*), cebollin (*Allium schoenoprasum*), hierba mora (*Solaun americanum Mill*), tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*), trepadoras como güisquil (*Sechium edule*) de tipo medicinal como la ruda (*Ruta graveolens*).



Figura 22. Fotografías panorámicas del perfil vertical de los SAF, en las aldeas de Saquija y Tzalam.

b. Estructura horizontal

La estructura horizontal indica el arreglo espacial (distribución) de los individuos en el plano horizontal dentro de los SAF. La *Figura 23 y 24* se ejemplifica de manera visual los arreglos más recurrentes que los productores han adoptado en las aldeas de Saquija y Tzalam.

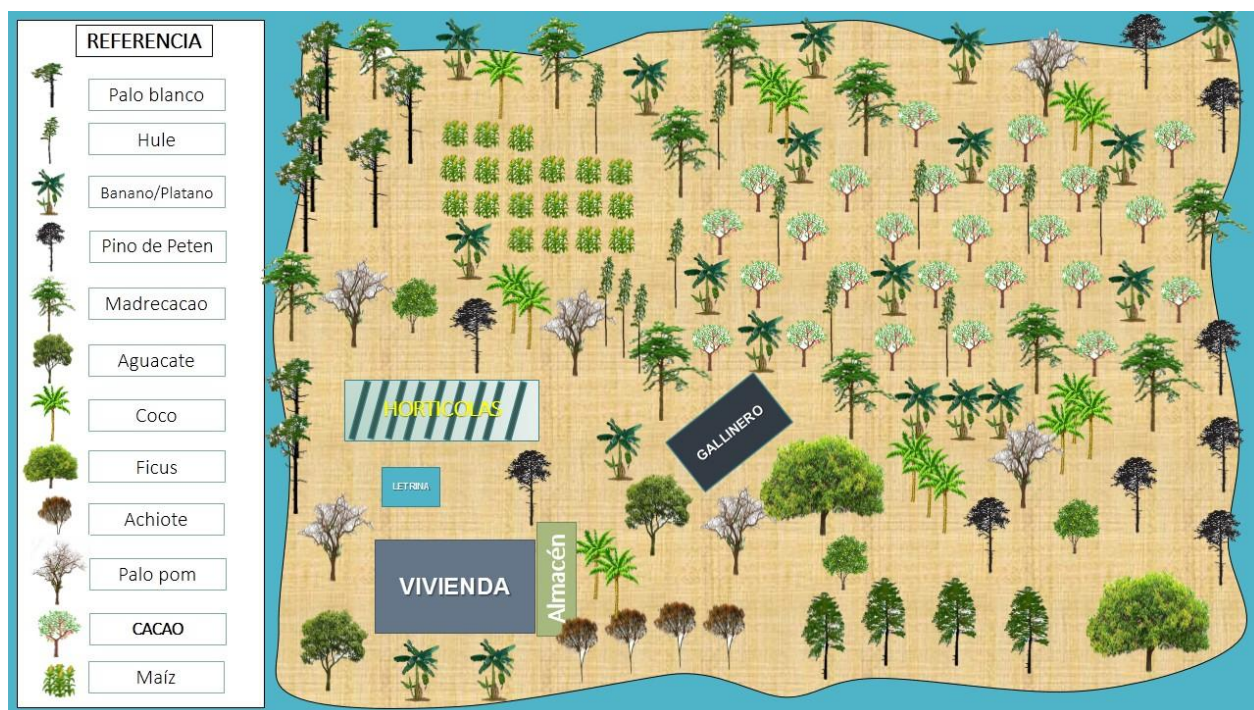


Figura 23. Arreglo espacial 1 identificado en las aldeas de Saquija y Tzalam.

El arreglo espacial 1 ejemplifica el tamaño reducido, una forma no definida del terreno, el mismo que es accidentado, no existe un distanciamiento definido entre sus componentes, el 44% de las fincas en la aldea Saquija y el 61% de las fincas en la aldea Tzalanum se asemejan a este arreglo espacial en el que diversas especies (fauna y flora) interaccionan de manera positiva y negativa, básicamente los SAF logran acumular características semejante a ecosistemas naturales al poseer una riqueza y combinación de árboles maderables que tiene múltiples propósitos, frutales propios de la zona y algunos introducidos, especies hortícolas, plantas ornamentales y plantas medicinales, entre otras.

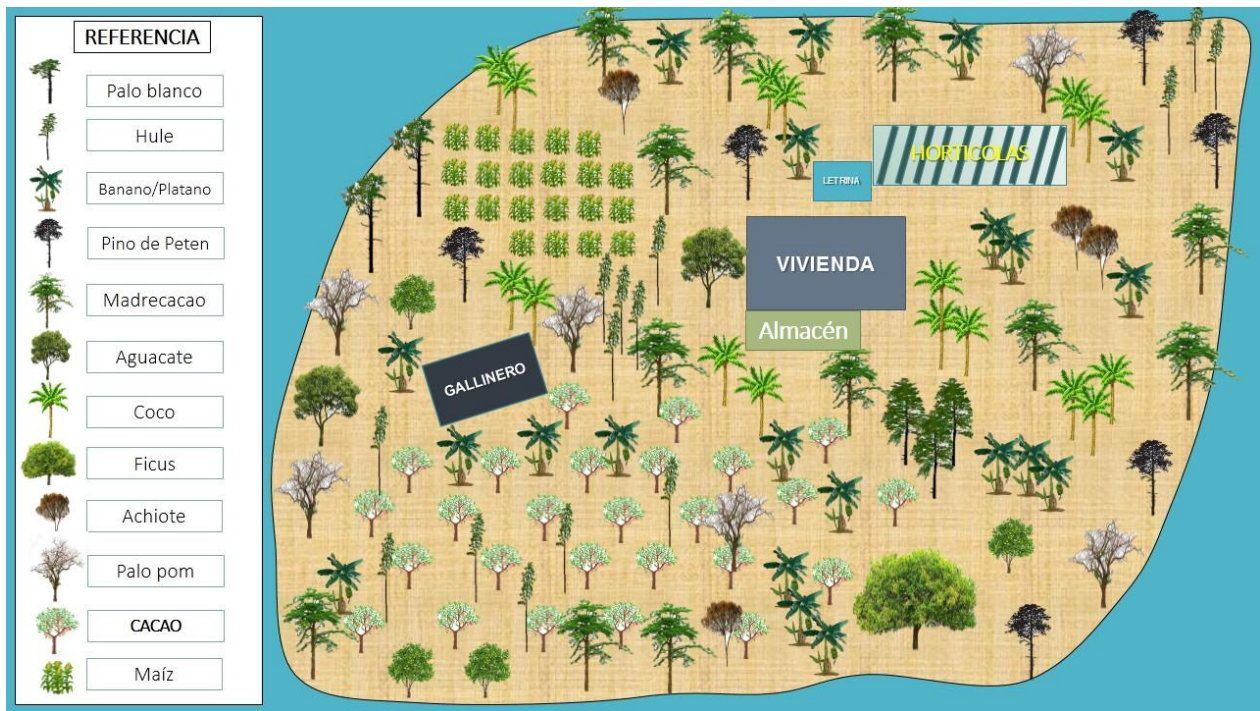


Figura 24. Arreglo espacial 2 identificado en las aldeas Saquija y Tzalanum.

Para el arreglo espacial 2, el 56% de fincas en la aldea Saquija y el 39% de fincas en la aldea Tzalanum tienen semejanza, en los cuales existe un manejo empírico tradicional, básicamente replican en sus fincas lo que ven en otras partes. Los límites de las fincas tienen forma irregular, esto se debe en parte a que no existe un ordenamiento territorial, también la geografía del lugar impide lograr la delimitación de las fincas con exactitud.

En este mismo espacio se encuentra la casa de habitación de productores, los cuales podrían ser un componente extra dentro del mismo sistema agroforestal, el tipo de vivienda es rustica (*Figura 25*), hecha de madera, en algunos casos las columnas son de fundición (arena y cemento) y el resto de madera, los materiales (madera y piedra) provienen o han sido aprovechados de la misma finca, es normal observar laminas oxidadas, algunas presentan agujeros, mismos que la gente se las ingenia para tapar.



Figura 25. Viviendas de tipo rustico dentro de los SAF.

Los sistemas agroforestales cacao-especies arbóreas, no siempre se encuentran de forma sucesiva, estos colindan con monocultivos de maíz, SAF de café (*coffea arabica*), especies arbóreas y frutales y pequeñas áreas utilizadas como potreros como se muestra en el figura siguiente.



Figura 26. Fotografía panorámica SAF cacao-especies arboreas, áreas de monocultivo, pastizales y bosque secundario.

6.3. Categorizar de acuerdo al uso, las diferentes especies identificadas en los SAF

De acuerdo a la identificación de las 47 especies presentes en los 75 SAF (aldeas de Saquija y Tzalanum) las cuales se detallan en el cuadro 13., vemos que existe un alta dependencia de los recursos que generan los SAF y del entorno natural que poseen. Los huertos familiares proveen alimentos, materiales para la construcción, productos energéticos y medicina, entre otros usos.

Tabla 14
Composición de los SAF de las Aldeas Saquija y Tzalanum.

Nombre Común	Nombre Científico	Parte usada	Categorías de uso definidas									
			AL	CO	FO	CM	MD	OR	RE	SO	CV	MA
Palo Pom	<i>Protium copal</i>	Fuste, resina, ramas.		√	√	√		√	√	√		
Madre Cacao	<i>Gliricidia Sepium</i>	Fuste, ramas, flores.		√	√	√			√	√		
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Fuste, ramas.			√				√		√	
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Fruto, hojas, ramas.	√		√	√			√			
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Fruto.	√			√						
Banano	<i>Musa sapientum</i>	Fruto, hojas.	√						√			
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Fruto, ramas.	√		√	√			√			
Anona	<i>Annona reticulata</i>	Fruto, ramas.	√	√		√						
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	Fruto, ramas.	√	√	√					√		
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Fuste, ramas.		√	√				√	√		
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	Fuste, ramas, resina.			√				√	√		
Limón	<i>Citrus Latifolia</i>	Fruto, hojas	√			√						
	<i>Bixa orellana</i>	Fuste, fruto, ramas.	√		√							
Achiote			√		√							
Platano	<i>Musa paradisiaca</i>	Fruto, hojas.	√						√			
Pino de peten	<i>Pino caribaea</i>	Fuste, ramas.			√				√	√	√	
Güisquil	<i>Sechium edule</i>	Fruto, hojas.	√									
Rosul	<i>Dalbergia Retusa</i>	Fuste, ramas.			√						√	
	<i>Chamaedorea elegans</i>											
Pacaya		Fruto.	√							√		
Zacte	<i>Paspalum notatum</i>	Hojas.		√								
Mandarina	<i>Citrus nobilis</i>	Fruto.	√							√		
Café	<i>Coffea arabica L.</i>	Fuste, Fruto, ramas.	√		√	√						
Albahaca	<i>Ocimum basilicum L.</i>	Hojas.	√	√		√						
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Fuste, ramas.			√				√		√	
	<i>Cibystax donnell smithii</i>	Fuste, ramas, hojas.										
Palo blanco				√	√	√			√			

Nombre Común	Nombre Científico	Parte usada	Categorías de uso definidas									
			AL	C O	F O	C M	MD	OR	RE	SO	CV	MA
Hierba buena	<i>Mentha citrata</i> L.	Hojas.	√		√							
Guarumo	<i>Cecropia Peltata</i> L.	Fuste, ramas.				√	√			√		
Encino	<i>Quercus</i> sp.	Fuste, ramas.		√		√				√		
Chile cahabonero	<i>Capsicum annuum</i> L. var <i>annuum</i>	Fruto.	√		√							
Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Fuste, fruto, ramas.	√			√						
Samat	<i>Eryngium foetidum</i>	Hojas.	√									
Culantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Hojas.	√									
Ficus	<i>Ficus Benjamina</i>	Fuste, ramas.				√		√		√		
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fruto.										
Maíz	<i>Zea Mays</i> L.	Mazorca.	√									
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	Tubérculo.	√									
Apazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Hojas	√				√					
Cebollín	<i>Allium schoenoprasum</i>	Hojas.	√									
Pimienta gorda	<i>Pimenta dioica</i>	Fruto, ramas	√			√						
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Raíz.										
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Fuste, fruto, ramas.										
Taxiscobo	<i>Perymenium grande</i>	Fuste, ramas.		√		√					√	
Ruda	<i>Ruta</i>	Hojas, tallo.						√	√			
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	Fruto.	√									
	<i>Solaun americanum</i> Mill.	Hojas.	√									
Hierba mora												
Izote	<i>Yucca elephantipes</i>	Hojas, tallo.						√			√	
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Fruto.	√				√					
Cuje/Cushin	<i>Inga</i> spp.	Ramas, tallos		√		√				√		

Fuente: Elaboración propia, modificado en la selección de categorías de uso propuestos por López y Cavalier (2007).

- Categorías de uso definidas: **Al:** Alimento, **Co:** Construcción, **Fo:** Forraje, **Cm:** Combustible, **Md:** Medicinal, **Or:** Ornamental, **Re:** Religiosas, **So:** Sombra, **Ma:** Madera, **Cv:** Cercas vivas. **No.R:** número de veces en que la especie se repite.

En el área de estudio las categorías de uso que contienen mayor número de especies están las utilizadas para alimento con 27 que representan el 25.47%, le sigue la categoría de combustible (material para fines energéticos) con 20 (18.87%), sombra (temporal o permanente) con 15 (14.15%), medicinal con 11 (10.38%), cercas vivas (en los límites de las fincas o en linderos) con 10 (9.43%), forraje con 8 (7.55%), construcción con 6

(5.66%), madera con 5 (4.72%), ornamental y religiosa con 2 cada una, que representan el 3.7%. Las partes usadas con mayor frecuencia son las hojas y frutos para uso medicinal y alimenticio. Las ramas como leña cuando aplican podas en las leñosas. Es importante reconocer que la diversidad arbórea y agrícola puede reforzar el hábitat para especies silvestres.

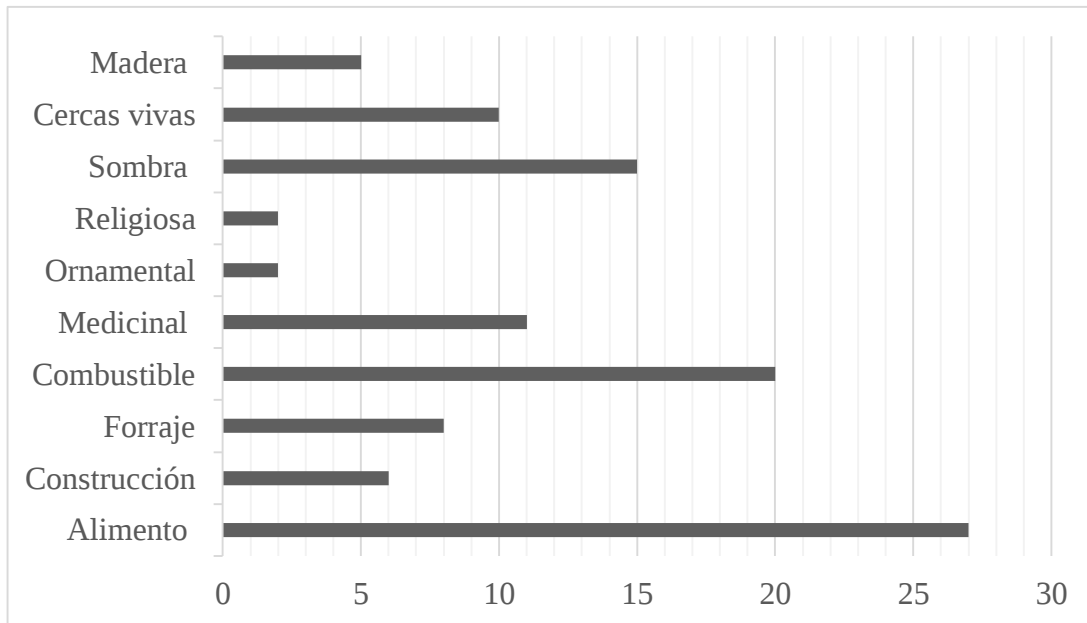


Figura 27. Categoría de uso definida.

6.3.1. Formas de uso. En la categoría de alimento, se consumen principalmente de forma directa, especies que destacan por su frecuencia de consumo son: banano (*Musa sapientum*), cacao (*Theobroma cacao*), plátano (*Musa paradisiaca*), guayaba (*Psidium guajava* L.), aguacate (*Persea americana*), naranja (*Citrus sinensis*).

Las especies que incluyen procesos de decocción, macerado y licuado: frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea Mays*), pacaya (*Carica papaya* L), las hortícolas que le aseguran tener cosecha durante todo el año al productor: Samat (*Eryngium foetidum*), Culantro (*Coriandrum sativum*), Apazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), Cebollin (*Allium schoenoprasum*), Güisquil (*Sechium edule*), Papa (*Solanum tuberosum*), Hierba mora (*Solaun americanum* Mill).

En la categoría de combustible resalta una especie en particular, el encino (*Quercus* sp.) por su alto valor calorífico, además del olor característico que desprende cuando la madera es aprovechada. Resulta beneficioso el aprovechamiento de las ramas y parte del fuste de las diferentes especies arbóreas, cuando es aplicada una poda o raleo.

En la categoría de cercas vivas y sombra podemos mencionar especies muy recurrentes en los SAFM, que adicionalmente desempeñan un doble propósito como: madre cacao (*gliricidia sepium*), palo pom (*Protium copal*), palo blanco (*Cibystax donnell smithii*), hule (*Hevea brasiliensis*), otra especie que se podría mencionar ser ficus (*Ficus Benamina*), taxiscobo (*Perymenium grande*), estas especies no tienen un distanciamiento definido, pueden encontrarse en los límites de las fincas o bien en linderos, en el caso de sombra especies como el platano (*Musa paradisiaca*), banano (*Musa sapientum*) son utilizadas para proveer sombra en las primeras etapas de crecimiento y desarrollo del Cacao (*Theobroma cacao*), donde esta es vulnerable a los rayos del sol que caen directamente, que proveen principalmente existe caso en particular como el de usar pacaya (*Chamaedorea elegans*) como cercas vivas con distanciamiento de 2 metros.

Dentro de la categoría de construcción se pueden mencionar especies que sirven como parales u horcones que funcionan para columnas en la construcción de casa, galeras y gallineros: guarumo (*Cecropia Peltata* L), encino (*quercus* spp),

En la categoría medicinal las formas de preparación más usadas son la infusión (39%), la de cocción (35%) y la maceración (17%), estas varían de acuerdo a la enfermedad tratada: para dolores generales como dolor de estómago, fiebre y diarrea, se prepara en infusión y para erupciones en la piel, manchas y otros malestares externos, se aplica directamente sobre la zona afectada, en su mayoría se emplean hojas maceradas. Algunas de las especies empleadas para este fin son: Apazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), Guayaba (*Psidium guajava* L.), Anona (*Annona reticulata*), Limón (*Citrus Latifolia*), Aguacate (*Persea americana*).

En la categoría de maderas, están las especies de rosul, cedro y caoba, que son llamadas maderas preciosas, debido al alto valor comercial que estas poseen, pino de peten (*pinus caribaea*), tiene un rápido crecimiento y amplio mercado para comercializar, troza y trocillo.

Del palo pom (*Protium copal*) se aprovecha la resina y la ruda (*Ruta*) las hojas consideradas en la categoría de religiosa utilizadas en ceremonias y para curar el mal de ojo en niños.

6.3.2. Población en torno al uso. La forma de aprendizaje para las generaciones más jóvenes en las aldeas de Saquija y Tzalam es mediante las prácticas que realizan las personas mayores de su comunidad, esta es la forma más común de aprendizaje, el 73% de los encuestados obtiene el conocimiento de las plantas mediante la comunicación entre padres e hijos.

En ambas comunidades han existido capacitaciones por parte de ONG's y otras instituciones, aunque han sido muy aisladas y el número de personas que han recibido la información ha sido reducido, la gente no ha sido egoísta en este sentido, han compartido la experiencia y aprendizaje con los demás comunitarios en una forma de cooperación que se da entre ellos.

Existe una alta relación entre los géneros y la edad de la población, respecto de las categorías de uso, las categorías alimenticia, medicinal, forraje, religioso y ornamental tienen una semejanza significativa con el conocimiento que poseen las mujeres; de otro lado el conocimiento de los hombres se asocia a categorías como cercas vivas, maderables y construcción.

6.4. Descripción del tipo de manejo que implementan en los SAF y los beneficios que se obtienen.

Los productores de las aldeas de Saquija y Tzalantum en su mayoría coinciden que los SAF son producto del trabajo arduo que durante varios años han venido realizando conjuntamente con sus familias, de acuerdo a lo que se pudo observar varias fincas en las que se tiene implementado los SAF no provienen de bosques naturales primarios, sino de un manejo de barbechos los cuales han ido enriqueciendo con especies leñosas nativas o introducidas de forma dispersa que se han adaptado a las condiciones edafoclimáticas del área, especies frutales, agrícolas y especies que son manejadas en huertos, este también podría considerarse un tipo de manejo implementado por los productores.

Básicamente el manejo que realizan en los sistemas agroforestales es cuestión de percepción y visión del productor, apegados a lo que han venido desarrollando, la producción que han venido generando y lo que pretenden a futuro llegar a obtener, de esta forma lograr la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema, no cayendo en la subutilización o la sobreutilización de los recursos naturales.

6.4.1. Distribución y productividad de las especies. Tanto las especies arbóreas, como frutales y agrícolas no tienen un distanciamiento establecido o definido, los productores conforme a la necesidad y en una forma de aprovechar al máximo el área de sus parcelas van manejando las diferentes especies a conveniencia, por lo que se encuentran de manera dispersa.

Se llevó a cabo un inventario de manera sencilla, levanto datos dasométricos necesarios para el cálculo de volumen promedio las especies arbóreas presentes en el SAF, estos datos consisten en DAP (diámetro a la altura del pecho) y Altura comercial para latifoliadas y altura total para coníferas.

El resumen de los datos del inventario que se realizó se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 15

Resumen del inventario para especies maderables.

No.	Nombre común	Nombre científico	Distanciamiento	Arboles Promedio/ha	Vol/ha
1	Palo Pom	<i>Protium copal</i>	Disperso	5	0.85
2	Madre Cacao	<i>Gliricidia Sepium</i>	Disperso	13	4.95
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Disperso	3	4.91
4	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Disperso	2	5.81
5	Palo blanco	<i>Cibystax donnell smithii</i>	Disperso	7	4.84
6	Encino	<i>Quercus sp.</i>	Disperso	3	4.08
7	Guarumo	<i>Cecropia Peltata L</i>	Disperso	2	0.56
8	Ficus	<i>Ficus Benjamina</i>	Disperso	3	1.29
9	Taxiscobo	<i>Perymenium grande</i>	Disperso	8	1.70
10	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Disperso	2	0.86
11	Hule	<i>Castilla elastica</i>	Disperso	8	2.11
12	Pino de peten	<i>Pinus caribaea</i>	Disperso	3	1.60
13	Chochoc	Cuje/cushin	Disperso	3	1.22
14	Rosul	<i>Dalbergia Retusa</i>	disperso	2	2.86

Podemos mencionar las especies arbóreas de mayor valor, catalogadas como maderas preciosas, rosul (*Dalbergia Retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), las cuales de acuerdo a la percepción de los productores las consideran un tesoro, ellos esperan que sean aprovechadas cuando el árbol alcance diámetros y alturas considerables y que sirva como herencia por el ingreso económico potencial que tendría para sus hijos. El desarrollo de estas especies que por sus exigencias nutricionales son elevadas, se debe principalmente al distanciamiento entre

una y otra, lo que permite que no exista competencia de luz, agua y nutrientes, lo que da como resultado un desarrollo del árbol relativamente bueno.

El madre cacao (*Gliricidia sepium*), palo pom (*Protium copal*) y palo blanco (*Cibistax donnell smithii*), son otros componentes valiosos y por ende característicos de cada uno de los SAF evaluados, son especies que el productor considera necesarias para mantener una armonía con el cacao directamente.

Tabla 16
Resumen del inventario y producción de las especies frutales.

No.	Nombre común	Nombre científico	Distanciamiento	Plantas/ha	Prod/ha/cosecha	Unidad de medida
1	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Disperso	9	92	Unidad
2	Banano	<i>Musa sapientum</i>	Disperso	22	66	Racimo
3	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Disperso	10	680	Unidad
4	Anona	<i>Annona reticulata</i>	Disperso	7	560	Unidad
5	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	7 m. x 7 m.	235	13,160	Unidad
6	Limón	<i>Citrus Latifolia</i>	Disperso	5	420	Unidad
7	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Disperso	25	75	Racimo
8	Mandarina	<i>Citrus nobilis</i>	Disperso	4	144	Unidad
9	Papaya	<i>Carica papaya</i> L	Disperso	2	12	Unidad
10	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L	Disperso	2	52	Unidad
11	Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Disperso	2	86	Unidad

Las especies frutales y especies consideradas agrícolas no tienen un distanciamiento definido, a excepción de las especies como el cacao (*Theobroma cacao*), que mantienen un distanciamiento aproximado de 7 metros entre planta y 7 metros entre callejón, viéndolo desde un punto de vista ecológico, el mantener las especies de una forma dispersa beneficia el crecimiento y desarrollo bajo condiciones menos estresantes a la

que supondría una plantación pura o monocultivo, disminuye la competencia por nutrientes, agua y luz.

El resumen del inventario realizado para las especies frutales y especies agrícolas se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 17

Resumen del inventario y producción de las especies agrícolas.

No	Nombre común	Nombre científico	Distanciamiento	Plantas/ha.	Prod/ha / cosecha	Unidad de medida
1	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Disperso	3	135	Unidad
2	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Disperso	3	24.02	Kilos
3	Güisquil	<i>Sechium edule</i>	5 x 5	15	270	Unidad
4	Pacaya	<i>Chamaedorea elegans</i>	1.5 X 1.5	10	60	Unidad
5	Maíz	<i>Zea Mays L</i>	2 x 2	60	54.43	Kilos
6	Café	<i>Coffea arabica L.</i>	3x3	30	136.07	Kilos
7	Pimienta gorda	<i>Pimenta dioica</i>	Disperso	4	27.22	Kilos
8	Chile cahabonero	<i>Capsicum annum L. var annum</i>	50 cm x 50 cm	30	27.22	Kilos
9	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	20 cm x 30 cm	120	31.75	Kilos

Cultivos como el maíz (*Zea Mays L*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), chile cahabonero (*Capsicum annum L. var annum*), son parte esencial en la dieta diaria de las familias, aunque su disponibilidad y producción no sea amplia, son productos que logran adquirir con los ingresos generados de la producción de los demás componentes del SAF por otros medios (compra en tiendas o depósitos).



Figura 28. Maíz y pimienta secados al sol.

Tabla 18
Resumen de inventario de especies hortícolas.

No.	Nombre común	Nombre científico	Distanciamiento/huerto
1	Hierba buena	<i>Mentha citrata</i> L. <i>Ocimum basilicum</i>	10 cm x 30 cm
2	Albahaca	L	15 cm x 30 cm
3	Samat	<i>Eryngium foetidum</i>	10 cm x 30 cm
4	Culantro	<i>Eryngium foetidum</i>	10 cm x 30 cm
6	Papa	<i>Solanum tuberosum</i> <i>Chenopodium</i>	20 cm x 30 cm
7	Apazote	<i>ambrosiodes</i> L. <i>Allium</i>	20 cm x 30 cm 10 cm x 30 cm
8	Cebollin	<i>schoenoprasum</i> <i>Solaun</i>	10 cm x 30 cm
10	Hierba mora	<i>americanum</i> Mill	

En cuanto a la producción en la especies hortícolas, no se tiene un dato certero, ya que resulta complicado cuantificar las hojas y/o tallos que conforman el racimo, que es la unidad de medida con que se comercializa, salvo la papa (*Solanum tuberosum*) que en promedio produce de 3 a 4 papas por bulbo sembrado, en cuanto al distanciamiento en huerto casero, estos pueden variar y van desde los 10, 15 y 20 centímetros entre planta por 30 centímetros en surco, los huertos se encuentran contiguos a las casas de

habitación de los productores, están hechos en tablones de 1 metro de ancho por 2 metros de largo, como se muestra en la *Figura 29*.



Figura 29. Huertos caseros de las aldeas Saquija y Tzalanum.

6.4.2. Disponibilidad de cultivos en los SAF. Se elaboró un calendario en conjunto con los productores y familias entrevistados (Tabla 18), en el cual se describe la diversificación y accesibilidad de los productos provenientes de los cultivos agrícolas, frutales y hortícolas, de acuerdo a los meses del año, la disponibilidad de los productos depende del manejo que emplea el productor, así como a factores edafoclimáticos de la zona.

Tabla 19
Calendario de producción de las aldeas Saquija y Tzalanum.

Cultivo	Meses del año											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Coco			√	√	√	√	√	√	√			
Banano							√	√	√	√	√	√
Naranja									√	√	√	
Anona			√	√	√							
Cacao	√	√	√							√	√	√
Limón					√	√	√	√	√	√	√	√
Plátano	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Mandarina								√	√	√	√	√
Papaya		√	√			√	√			√	√	
Guayaba	√	√			√	√			√	√		
Coyol												
Aguacate			√	√	√	√			√	√	√	√
Achiote	√	√			√	√			√	√		
Güisquil									√	√	√	√
Pacaya			√	√	√							
Maíz	√	√	√	√					√	√	√	√
Café	√	√							√	√	√	√
Pimienta gorda					√	√	√	√				
Chile												
cahabonero	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Frijol	√	√	√								√	√
Hierba buena	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Albahaca	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Cilantro	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Culantro	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Zacate	√		√		√		√		√		√	
Papa									√	√	√	
Apazote	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Cebollin	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Hierba mora	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

La actividad productiva principal de los SAF es el cacao (*Theobroma cacao*) que genera el ingreso económico más elevado, los meses de producción del cultivo inicia en octubre y se extiende hasta marzo. Durante los meses de abril hasta septiembre el productor tiene múltiples alternativas con potencial económico, como lo refleja el cuadro anterior.

Es clara la dependencia de las familias con relación a los SAF, en buena parte del año la producción alcanza picos elevados en todos sus componentes, pero como toda actividad productiva esta decae o se ve limitada en cuanto a producción, esto se debe a varios factores como: la temporada, fríos extremos o sequías que se extienden, el régimen de lluvia cambiante, o porque simplemente no es época para que determinado cultivo florezca y de frutos. Se puede catalogar la producción como estable y que contribuye en gran medida a la seguridad alimentaria y también a la economía de las familias.

Productos como el maíz y frijol que son de consumo diario, el SAF como tal no es capaz de abastecer todo el año a las familias, pero esta necesidad es suplida con los ingresos obtenidos o generados de la venta de excedentes producidos de los demás componentes, teniendo la disponibilidad de comprarlo en tiendas o expendios de artículos de consumo diario.

6.4.3. Manejo de los SAF. 29 productores que equivale al 76% de la aldea Saquija y 23 productores que equivalen al 62% de la Tzalanum, señalan que han recibido capacitaciones sobre manejo por parte de FundaSISTEMAS y PRODENORTE, específicamente en el manejo de sombra, podas y raleos, mismo conocimiento que han ido difundiendo entre los demás productores de las aldeas. La cooperación en este sentido ha sido fundamental para el éxito del manejo adecuado de los SAF, por otra parte también existen algunos productores que han ido aprendiendo de acuerdo a técnicas implementadas en otros SAF, que consideran que podrían tener éxito o seguir la misma línea en sus fincas. Reconocen que no han alcanzado el nivel técnico óptimo para mejorar notablemente la producción y desempeño de los SAF, en cuanto a la actividad de podas y raleos, manifiestan que no están limitadas a una sola especie y son aplicables a las especies que consideren necesarias. Los productores determinan cuando es propicio ejecutar las actividades de manejo.

a. Manejo de sombra

La sombra es empleada en función del cultivo principal (cacao), esto debido a que el crecimiento y desarrollo de los árboles destinados a proporcionar la sombra definitiva y otros beneficios al cultivo de cacao es bastante lenta, esto se puede observar en los SAF en fase de establecimiento, de los cuales pudimos contabilizar 11 en la aldea de Saquija y 4 en la aldea de Tzalanum. Los productores han implementado sombra provisional, intermedia y permanente, aunque por la funcionalidad y el ingreso económico que genera la venta de los frutos producidos por las especies que fueron pensadas en su momento como sombra provisional o intermedia han pasado a ser permanente, este es el caso de las musáceas (plátano y banano), son componentes encontrados en cada uno de los SAF caracterizados, es parte esencial en cada uno de estos.

b. Uso adecuado del espacio libre

El 100% de los productores entrevistados de las aldeas Saquija y Tzalanum, coinciden en que no manejan un distanciamiento definido para los diferentes componentes de los SAF, esto se evidencia al hacer un recorrido por toda la finca, en la que existen partes donde la densidad es mayor que en otras, los claros que se han dejado dentro de los SAF los han ido enriqueciendo con cultivos como el maíz y frijol entre otros cultivos que su demanda nutricional no sea muy elevada, ya que entraría directamente en un conflicto por la competencia de nutrientes con los demás componentes, básicamente esto viene a beneficiar la economía familiar diversificando la producción.

c. Poda

De un total de 75 productores entrevistados de las aldeas Saquija y Tzalanum, al menos el 69% tiene un conocimiento amplio sobre el manejo de los SAF. La poda como una de estas actividades de manejo consiste en eliminar aquellas ramas vivas o muertas que puedan estar influyendo en el paso de la luz, también son llevadas a cabo con fines de saneamiento dentro del SAF y es aplicable tanto a especies maderables, frutales y agrícolas.

d. Raleo

En el caso de la actividad de raleo de igual manera solo el 69% del total de productores lo han venido aplicando y consiste en la corta o eliminación de uno o varios individuos de la misma o de diferente especie. De acuerdo a la percepción de cada productor esta actividad se llevan a cabo con una intensidad baja, solamente donde se considere factible la intervención, los casos en los cuales podrían aplicar son: la especie llevo a una etapa de madures altura y DAP considerados para ser comercializada, la especie es de alto valor comercial y pretender obtener ganancias con el aprovechamiento, la especie tiene una enfermedad o plaga que la esté atacando y para eliminar cualquier foco dentro del SAF es factible eliminarla.

Para el caso de los arboles los productores realizan el manejo en función de los usos que tienen las especies, dentro de los que podemos mencionar están: las especies usadas por el productor para leña, las especies que proveen forraje, las utilizadas en construcciones como horcones por lo regular son de mayor manejo. Al realizar el raleo se consigue liberar espacio que puede ser aprovechado para otra actividad productiva o bien si considera el productor que la densidad del SAF está afectando al cultivo principal (*theobroma cacao*).

e. Resiembra

Esta actividad se lleva a cabo en los 75 SAF (100% de fincas), los productores entienden la importancia de la resiembra para mantener cada uno de los componentes de manera permanente y con ello conservar la misma productividad en los SAF. La resiembra se puede dar al plantar la misma especie o bien otra especie que sea considerada en el lugar donde otra fue aprovechada, también señalan los productores que llevan a cabo la resiembra para evitar la erosión del suelo o que este quede suelto al no tener raíces que lo mantengan unido, aumentando el riesgo de deslave en época de lluvia, también se refieren a resiembra a la actividad de recuperar áreas desprovistas de cobertura vegetal y es aplicable tanto para especies arbóreas, frutales, agrícolas y hortícolas.

f. Manejo de rebrotes

Un 68% de los productores tiene conocimiento sobre el manejo de rebrotes en cada uno de los SAF asegurando de esta manera el futuro del mismo, lo han venido realizando desde hace varios años, implementando algunas especies como *Gliricidia sepium*, *Protium copal*, *Theobroma cacao*, *Coffea arabica* L., entre otras. Los resultados han sido satisfactorios para los productores ya que resaltan como exitoso este tipo de manejo, además de suponer un ahorro en compra de material genético.

g. Plateo

Esta actividad que consiste en la remoción o limpieza que se realiza alrededor de plantas en forma circular con un distanciamiento del tronco de la planta hasta donde finaliza la limpia a 15 o 20 cm., con la finalidad de eliminar maleza u otras especies parasitarias que puedan afectar a la planta, se realiza en un 15% de los SAF, debido al alto costo en mano de obra que supone para el productor.

h. Retorno de la materia orgánica

Algo característico en los 75 SAF sujetos a evaluación, es la nula utilización de agroquímicos, los SAF logran un punto de sostenibilidad en cuanto a lo ecológico. La materia orgánica generada del aprovechamiento y manejo de los componentes es devuelta al sistema. Podemos mencionar como ejemplo el que se da con el aprovechamiento del cacao, al extraer la semilla (para fines comerciales o de consumo), la cascara es devuelta al sistema e inicia un proceso de pudrición lo que termina por convertirse en abono orgánico.



Figura 30. Residuos del aprovechamiento del cacao (materia orgánica).

i. Herramientas utilizadas

En cuanto a las herramientas utilizadas por los productores para llevar a cabo las diferentes actividades de manejo dentro del SAF se pueden mencionar: tijera para podar (*Figura 31. A*), azadón, machete (*Figura 31. B*) y mayala (*Figura 31. C*) esta última es una especie de hacha aérea, puede ser utilizada para cortar los frutos o bien para realizar la poda en lugares muy altos.

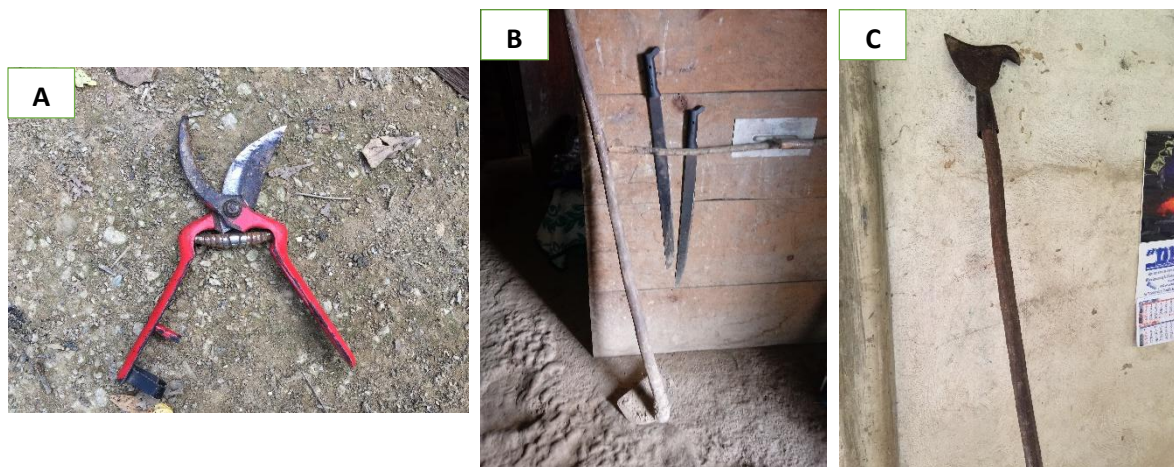


Figura 31. Herramientas utilizadas en el manejo de los SAF, en las aldeas de Saquija y Tzalanum.

Como podemos observar las herramientas utilizadas por los productores no tienen un valor monetario elevado y la vida útil de estos oscila entre los 3 a 5 años, dependiendo el trato que se le dé al momento de utilizarlas, pueden ser adquiridas en cualquier ferretería del pueblo.

6.4.4. Efectos adversos generados por falta de manejo. En su mayoría los SAF tienen densidades altas de las diferentes especies que lo componen, teniendo como consecuencia efectos adversos en los SAF, afectando directamente al cultivo *theobroma cacao* que podría comprometer gran parte de la cosecha y la vida de la planta, en al menos diez (10) fincas de la aldea Saquija y siete (7) fincas de la aldea Tzalanum, existe presencia de Moniliasis producida por el hongo *Moniliophthora roreri*, esta enfermedad ataca directamente el fruto del cacao independientemente a la de edad del mismo, causando pudrición parcial o total del fruto.



Figura 32. Presencia de la enfermedad Moniliasis, encontrados en fincas de las aldeas Saquija y Tzalanum.

No existe un producto químico específico para poder combatir esta enfermedad, solamente el manejar la sombra adecuadamente, los frutos afectados son retirados del área para evitar propagación del hongo causante de la enfermedad adicionalmente son incinerados, esto de acuerdo a un plan de mitigación de plagas y enfermedades que los productores han diseñado, están conscientes de que ha sido descuido de parte de ellos por la falta de manejo y esperan poder recuperarse, lo que se desconoce es si el hongo podría ser producto de una interacción negativa causada por uno de los componentes que conformar el SAF.

6.4.5. Beneficios que se obtienen de los SAF. De acuerdo a lo observado el área de la finca es aprovechado al máximo estableciendo otros cultivos y árboles que ayuden a mejorar la nutrición del suelo y la economía de las familias, previo al inicio de producción del cacao.

Los productores han venido estableciendo cultivos anuales y/o temporales intercalado con el cacao, reduciendo de esta manera costos de manejo durante la vida útil del SAF, esto debido a que la producción de los demás componentes en tiempo es menor a la del cacao, lo que permite comercializar dicha producción para garantizar el manejo y enfrentar otras demandas de insumos que podrían presentarse.

Los sistemas agroforestales adicionalmente son una fuente de obtención de material para fines energéticos (*Figura 33*), la leña además de servir para consumo propio utilizado

para la cocción de alimentos de las familias, también es comercializada, convirtiéndose en una fuente de ingresos temporal para los productores.



Figura 33. Leña para consumo y para comercializar.

Los SAF utilizan variedad de especies como cercas vivas para mantener delimitadas sus fincas o rodales diferenciando así la actividad que desempeñaran en un área determinada, aunque estas tienen un doble propósito ya que funcionan como barreras o cortinas rompe vientos, disminuyendo en gran medida el impacto que generan la velocidad de los vientos, especies como el madrecaao (*Gliricidia sepium*), el izote (*Yucca elephantipes*), el plátano (*Musa paradisiaca*) inclusive la pacaya (*Chamaedorea elegans*), es parte integral de las cercas.

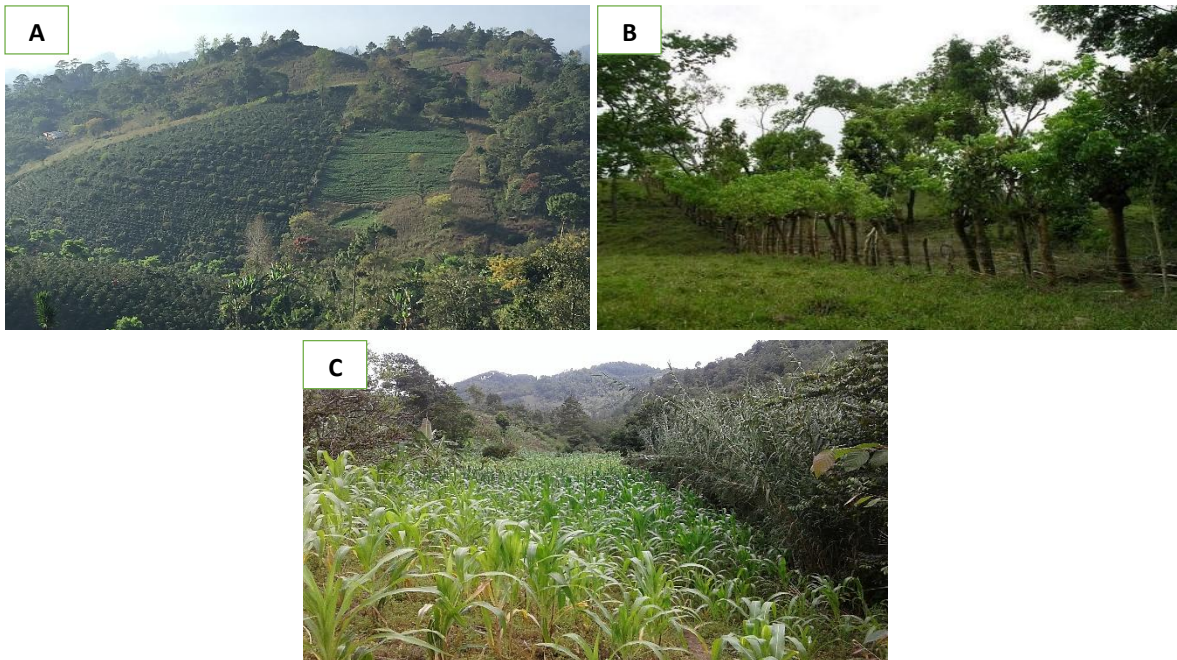


Figura 34. A) Árboles dispersos, B) Cercas vivas, C) Barreras rompe vientos.

Es importante mencionar otra de las características importantes como es el microclima generado que resulta ser muy agradable para fauna y las propias familias que viven allí y máxime en un lugar donde la temperatura oscila los 39° centígrados, esto debido a las especies arbóreas que impiden con su copa el paso de los rayos del sol directamente, lo que permite tener un balance en la temperatura y humedad relativa, lo que beneficia la relación suelo-raíz-planta.

6.4.6. Conservación de la biodiversidad. Nava (2005) menciona que los SAF son una variación dinámica de sistemas de cultivos, en las que existen entradas, salidas y prácticas de manejo que ocurren dentro de un área determinada. Esto se puede comprobar al hacer los recorridos dentro de cada uno de los SAF, observando cada uno de los componentes y las funciones que estos desempeñan dentro del sistema.

Los SAF tienen un papel fundamental en el tema de conservación de la biodiversidad, ya que en estos se dan procesos en los que se usan, adaptan y manejan diversidad de especies endémicas y exóticas, también encontramos variedades mejoradas genéticamente, así como prácticas que han venido a beneficiar y disminuir la presión del crecimiento demográfico.

6.5. Apreciación general de los SAF en las aldeas de Saquija y Tzalanum.

Los diferentes SAF de cacao identificados guardan ciertas similitudes en términos de estructura, componentes y distribución de los mismos. Al realizar la caracterización vemos un sistema que económicamente es estable, socialmente aceptable y replicable y en términos ecológicos favorable por la diversidad de especies flora y fauna que se manejan en cada uno de los sistemas, sin embargo existe un manejo de especies que requieren un nivel alto de nutrientes como lo son las consideradas maderas preciosas entre ellas el rosul, caoba y cedro, al manejarse una densidad alta, provoca un decaimiento en cuanto a desarrollo y productividad de los demás componentes. Sería ideal poder establecer densidades mínimas y distanciamientos adecuados que permita minimizar el alto impacto que tienen sobre el sistema estas especies.

Además que las extensiones de tierra donde se desarrollan los SAF, no son suficientes para crear un sistema económicamente rentable y que permita al productor dedicarse única y exclusivamente al SAF, lo que lo empuja a tener una actividad complementaria que le permita subsanar los gastos de alimentación y manutención de su familia.

La gente puede encontrar dentro de sus fincas materiales genéticos que puede servir para reproducir la experiencia en otras áreas que lo requieran. Mediante los SAF de acuerdo a las experiencias relatadas por los productores, han ido disminuyendo el impacto generado por el avance de la frontera agrícola, existen otros caso donde las áreas han sido restauradas gracias a la implementación en esas tierras del sistema agroforestal de cacao con especies arbóreas, incluso han encontrado nacimientos de agua, lo que manifiesta que el SAF permiten la regulación del caudal hídrico a nivel superficial y subterráneo.

Adicionalmente los SAF son generadores de servicios ambientales de mucha importancia y relevancia como lo es la captura de carbono y regulación del mesoclima, algo que muchas personas no contemplan, pero que son aspectos a tomar en cuenta al momento de hablar de SAF, además de la regulación de la temperatura y humedad, lo que es igual a tener un microclima agradable para los productores y familias, así como para la fauna presente (doméstica y silvestre).

De acuerdo a la percepción de los productores hacia los SAF, ellos creen firmemente que atraen la lluvia a sus tierras, es por ello que han mejorado su esfuerzo por manejar y mantener sus fincas, con la intención de seguir instruyéndose en cuanto a manejo y por ende producción y comercialización de sus productos.

VII. Conclusiones

7.1. Características de los Sistemas Agroforestales

Los SAF de las aldeas Saquija y Tzalanum, municipio de Santa María Cahabón, departamento de Alta Verapaz, tiene una característica peculiar, el manejar densidades altas de especies maderables, frutales, agrícolas, todos estos componentes de manera dispersa, no teniendo un orden específico o sistemático a excepción del cacao que por lo regular es manejado a un distanciamiento de 7 entre planta y 7 entre surco. La diversidad arbórea y agrícola puede reforzar el hábitat para especies silvestres y doméstica, adicionalmente la casa de habitación del productor y su familia se encuentra dentro de la finca y se podría catalogar como un componente adicional al SAF.

7.2. Estructura y la biodiversidad presente en los SAF

En cuanto a la estructura y biodiversidad de los SAF se logró identificar 47 especies en total, de las cuales 14 son especies forestales, destacando las especies como Madre Cacao (*Gliricidia sepium*), que es un componente esencial para los productores y se encuentra presente en los 75 SAF evaluados, Palo blanco (*Cibystax donnell smithii*), Palo Pom (*Protium copal*), Hule (*Castilla elástica*), Pino de peten (*Pinus caribaea*) que son las especies más frecuentes en los SAF, le siguen las especies de alto valor comercial Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Rosul (*Dalbergia retusa*) consideradas maderas preciosas. Es importante mencionar el encino (*Quercus sp.*) especie con un alto valor calorífico, con un mercado bastante demandante, inclusive teniendo en cuenta que esta especie esta considera en peligro de extinción.

Se identificaron 3 variedades de cacao (*theobroma cacao*) siendo estas el Criollo/fino, forastero/amargo y trinitario/hibrido, las especies consideradas complementarias en el SAF que serían los frutales de los cuales se identificaron 11 en total, mencionando las especies de mayor importancia y frecuencia el Banano (*Musa sapientum*) y el Plátano (*Musa paradisiaca*), las musáceas importantísimas como sombra temporal y permanente en cada uno de los SAF, Mandarina (*Citrus nobilis*), coco (*Cocos nucifera*), naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus Latifolia*), las especies agrícolas identificadas fueron 9 y las que destacan por su importancia son Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Chile cahabonero (*Capsicum annum L. var annum*), Maiz (*Zea Mays L.*), Café (*Coffea arabica L.*), pacaya

(*Chamaedorea elegans*), achiote (*Bixa orellana*) que son parte esencial en la dieta diaria de los productores y sus familias.

Las especies hortícolas que son manejadas en los SAF son: Hierba buena (*Mentha citrata* L.), Albahaca (*Ocimum basilicum* L.), Cilantron (*Eryngium foetidum*), Culantro (*Coriandrum sativum*), Zacate (*Paspalum notatum*), Papa (*Solanum tuberosum*), Apazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), Cebollin (*Allium schoenoprasum*), Ruda (*Ruta*), Hierba mora (*Solaun americanum* mil). La fauna silvestre identificada se pueden mencionar a los gavilanes (*Accipiter nisus*), pájaros carpinteros (*Picidae*), ardillas (*Sciurus vulgaris*), ratas (*Rattus*), taltuzas (*Orthogeomys*), armadillos (*Dasypodidae*) y culebras (*Colubridae*). La fauna domestica presente en los SAF (animales de crianza) se encuentran las vacas (*Bos taurus*), gallinas (*Gallus gallus*), chompipes o pavos (*Meleagris*), patos (*Anas platyrhynchos*), El perro (*Canis familiaris*), el gato (*Felis sp.*) y coche monte (*Pecari tajacu*), este último que de silvestre a pasado a ser domesticado por las productores de la zona.

7.3. Categoría de uso de las especie

Las especies identificadas dentro de las SAF podrían catalogárseles como multipropósito, por la cantidad de usos en que son empleadas, los beneficios que se puede obtener de cada una de estas es amplio, en el área de estudio las categorías de uso que contienen mayor número de especies son las utilizadas para alimento con 27, le sigue la categoría de combustible (material para fines energéticos) con 20, sombra (temporal o permanente) con 15, medicinal con 11, cercas vivas (en los límites de las fincas o en linderos) con 10, forraje con 8, construcción con 6, madera con 5, ornamental 2 y religiosa 2. Las partes usadas con mayor frecuencia son las hojas y frutos para uso medicinal y alimenticio. Las ramas como leña cuando aplican podas en las leñosas.

7.4. Manejo de los componentes del SAF y Beneficios obtenidos.

Las actividades de manejo que se llevan a cabo en los SAF de las aldeas de Saquija y Tzalanum, por parte de los productores son: manejo de sombra, podas, plateo, raleos, resiembra, manejo de rebrotes y uso de la materia orgánica como abono natural, son conscientes que aún se hace fatal mucho por aprender para alcanzar un nivel óptimo en

la parte técnica del manejo adecuado. Comparten sus experiencias entre los mismos productores, se muestran anuentes a ayudarse para mejorar en tal sentido. Las actividades de manejo no se realizan estrictamente en fechas determinadas, los productores de acuerdo a su capacidad y recursos van implementándolas de acuerdo a su percepción, su necesidad y lo que requiera cada uno de los componentes del SAF.

Los beneficios de la implementación manejo racionado y adecuado de los SAF son múltiples, dentro de los cuales se pudieron constatar la productividad sostenible y sustentable, recuperación de áreas desprovistas de cobertura vegetal, freno paulatino del avance de la frontera agrícola y la tala sin un manejo adecuado de los bosques, diversificación de la producción, seguridad alimentaria para los productores y sus familias al tener una diversidad de productos obtenidos de los SAF, para consumo o bien para su comercialización, los SAF además se convierten en un área de conservación y protección de flora y fauna.

VIII. Recomendaciones

La tesis caracterización del sistema agroforestal de cacao llevada a cabo en las aldeas de Saquija y Tzalanum, pretende ser el punto de partida de investigaciones que pudieran llegar a darse en un futuro, tomando como base los datos y resultados expuestos.

8.1. Para Futuras Investigaciones

- Determinar las interacciones positivas y negativas de los diferentes componentes asociados al cultivo de cacao (*theobroma cacao*).
- Identificar las especies maderables que contribuyan con el mejoramiento del sistema agroforestal desde el punto de vista ecológico y económico.
- Determinar las densidades y espaciamientos (arreglos) óptimos entre árboles y cultivos para minimizar la competencia por agua, luz, desarrollo del sistema radicular y la absorción de nutrientes.
- Evaluar el potencial de rebrote de cada una de las especies, para implementar un manejo basado en la regeneración natural.
- Realizar una comparación basada en la rentabilidad de un cacaotal manejado como monocultivo y un cacaotal manejado como sistema agroforestal.

8.2. Para los Productores y Sus Familias en las Aldeas de Saquija y Tzalanum.

- Dar a conocer en las aldeas de Saquija y Tzalanum así como las aldeas colindantes el potencial ecológico, social y económico que representan los sistemas agroforestales y cada uno de sus componentes.
- El ingresar los sistemas agroforestales a incentivos forestales promovidos por el INAB, para los productores con fincas debidamente registradas podrían optar a los incentivos

PROBOSQUE, para los productores con escritura pública o derechos posesionales podrían optar al incentivo PINPEP.

- Mejorar el enriquecimiento del sistema agroforestal con especies nativas o exóticas que se adapten a las condiciones climáticas y que tengan un alto valor comercial con miras hacia un futuro aprovechamiento de las mismas.
- Conformar cooperativas que les permita buscar apoyo del gobierno o a nivel internacional, desarrollando de esta manera proyecto a mayor escala, con asesoría técnica especializada.
- Promover el intercambio de conocimientos entre aldeas circunvecinas con el fin de mejorar la actividad agroforestal, propiciando de esta manera un incremento en la productividad de los SAF.

8.3. Para las instituciones y municipalidad.

- Promover la capacitación constante a productores, el intercambio de experiencias, que permita mejorar en cuanto al establecimiento, manejo y forma de administración de los SAF.
- Proveer insumos determinados que mejoren la productividad agrícola y forestal en las aldeas.
- Incentivar a los productores, a través de la implementación de capacitaciones especializadas en la producción de cacao asociado con especies arbóreas.

IX. Bibliografía

- Anipedia (2018), *Enciclopedia animal Anipedia*. Recuperado de <http://anipedia.net>.
- Basavaraju, T. y Gururaja, M. (2000). *Tree-crop interactions in agroforestry systems: A brief review*. The indian forester. Dehra dun, India. 192p.
- Beer, J. (1989). *Experiencia con árboles de sombra en cafetales en costa rica*. Turrialba, Costa Rica. Memoria. CATIE-GTZ.195p.
- Beer, J. Muschler, R. Kaas, D. y Somarriba, E. (1998). *Shade management in coffee and cocoa plantations*. Agroforestry Systems, 38, 200p.
- Beer J. Ibrahim, M. Somarriba, E. Barrance, A. Leakey R. 2004. *Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales*. Capítulo 6. Árboles de Centroamérica. OFICATIE. 46 p.
- Beer, J. y Somarriba, E. (1999). *Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá*. Agroforestería en las Américas. 325p.
- Begon, M. Harper J. y Townsend, C. (1986). *ECOLOGY, from individuals to Ecosystems*. Wiley-Blackwell. 750 p.
- Budowski, G. (1985). *Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales en comparación con monocultivos no arbóreos*. Proyecto leña y fuentes alternas de energía, INAFOR-CATIE/ROCAP. 136 p.
- Carter, J. (1996). *Cultivos en callejones: se han beneficiado los agricultores de escasos recursos*. Agroforestry today. 204 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2004). *Sostenibilidad y sinergismo en sistemas agroforestales con café*. Agroforestería en las Américas. 321p.
- Current, D. Lutz, E. y Scherr, S. (1995). *Adopción Agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: Experiencias en America Central y El Caribe*. CATIE: IFPRI-PNUD- Turrialba, Costa Rica. Serie técnica, informe técnico 268. 39p.
- FAO (A) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2012). *Observatorio de la Agricultura Familiar: buenas prácticas*.12 p.
- FAO (B) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2012). *Observatorio de la Agricultura Familiar: buenas prácticas, fortaleciendo a las organizaciones indígenas y rescatando sus productos tradicionales en zonas alto andinas de Ecuador y Perú*. 16 p.

- Farrell J.G. Altieri M.A., 1999. *Sistemas agroforestales*. En: *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Altieri M.A.(ed). Editorial Nordan Comunidad. Montevideo, Uruguay. pp 229-243.
- González de Moya, M. (1955). *Ordenación de un bosque subtropical de crecimiento secundario en Costa Rica*. Instituto interamericano de ciencias agrícolas Turrialba, Costa Rica, 200p.
- Gottret, M. (2011). *Una estrategia para el Diseño e implementación de iniciativas para la reducción de la pobreza*. Costa Rica: Centro Agronómica Tropical de investigación y Enseñanza (CATIE). 234p.
- Haggar, J. y Beer, J. (1993). *Effect on maize growth of the interaction between increased nitrogen availability and competition with three in alley cropping*. Agroforestry Systems. Kluwer Academic Publishers, Holanda, 249p.
- Harvey, C. (2001). *Agroforestería y diversidad. Funciones aplicaciones de sistemas agroforestales*. CATIE-GTZ. Serie Materiales de Enseñanza. No. 46. Modulo no. 6. 138p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2002). *Tabulado Sobre: Características Generales de Población según Municipio y Lugar Poblado de Alta Verapaz. Guatemala*, 129p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2008). *Boletín Informativo: Departamento de Alta Verapaz*. Vol. 2. No. 2. 26 p.
- Jimenez, F. (1998). *Clima y agroforestería*. In: Jimenez, F; Vargas, A. (eds). *Sistemas Agroforestales*. CATIE-GTZ. Serie tecnica No. 32 pp109-126.
- Jimenez, F. (2001). *Agroforesteria en el manejo de cuencas hidrográficas. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. CATIER-GTZ. Serie Materiales de Enseñanza. No. 46.
- Jiménez F. y Muschler R. (2001). *Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Módulos de Enseñanza Agroforestal CATIE/GTZ. 50p.
- Kaimowitz, D. (1997). *Livestock and deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: A policy perspective*. Bogor: Center for international forestry, 320p.
- Kowal, T. (2001). *Adopción, diseminación y sostenibilidad del Sistema Quesungual en Lempira Sur. Honduras: Un sistema Agroforestal promisorio para zonas de ladera*. Reporte técnico para agroforestería en las américas. PROLEUR. 20 p.
- Limongi, J. (2002). *Caracterización del sistema agroforestal "Maíz con árboles dispersos" en la cuenca del río Carrizal, Manabí, Ecuador*. Turrialba, Costa Rica. 231p.

- López T. G. 2007. *Sistemas agroforestales* 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.
- Lok, R. (1998). *Huertos caseros tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario*. Turrialba, Costa Rica: Catie,. 232p.
- Malla, Y. (2000). *Farmers tree management strategies in a changing rural economy and factors influencing decisions on tree growing in nepal*. International tree crops journal. 266p.
- Mariaca, M. 2012. *La complejidad del huerto familiar Maya del sureste de México*. En: Mariaca MR (ed) *El huerto familiar del sureste de México*. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 297p.
- Marmillod, A. (1989). *Actitudes de los finqueros hacia los árboles*. Avances en la investigación agroforestal. CATIE 306p.
- Mittermeier, R. Robles-Gil, P. Hoffmann, M. Pilgrim, J. Brooks, T. Goettsch-Mittermeier, C. y Da Fonseca, G. (2004). *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. USA: Conservation International, CEMEX S.A. DE C.V., Agrupación Sierra Madre.
- Moctezuma, P. (2010). *Una aproximación al estudio del sistema agrícola de huertos desde la antropología*. Ciencia y Sociedad 35: 47-69.
- Musálem S. (2001). *Sistemas agrosilvopastoriles*. Universidad Autónoma de Chapingo. Division de Ciencias Forestales. 120 p.
- McDaniels, L. y Lieberman, A. (1979). *Tree crops: A neglected source of food and forage from marginal lands*. Bioscience. 29: 175p.
- Nair. P. (1985). *Classification of agroforestry systems*. Agroforestry Systems 128p.
- Nair, P. (1997). *Agroforestería*. Chapingo, México: UACH.
- Ong, C. Rao, M. y Mathuva, M. (1992). *Trees and crops: competition for resources above and below the ground*. Agroforestry today.
- Ospina A. A. 2006. *Huerto Familiar*. Cali, Colombia. 38 p.
- Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales (PMSRN). 2007. *Manual de agroforestería*. Paraguay. 45 p.
- Ramírez R. W. 2005. *Manejo de Sistemas Agroforestales*. 11 p.

- Raintree, J. (1989). *Theory and practice of agroforestry diagnosis and design*. Nairobi, Kenia: ICRAF. 134p.
- Rivas T. D. 2005. *Sistemas Agroforestales* 1. Uach. 8 p.
- Ruiz-Rosado, O. (2006). *Enfoque de sistemas y agroecosistemas*. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Universidad Autónoma de Chiapas. Tunja, Boyacá, Colombia. 125p.
- Somarriba, E. (1999). *Regeneración natural de maderables en campos agrícolas*. Agroforestería en las américas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 6(24): 5-13.
- Sotomayor G. A. y Aracena L. D. 2005. Cartilla Agroforestal N° 5: Cortinas Forestales Cortavientos y de Protección. Red Agroforestal Nacional. Chile. 4 p.
- Southwood, T. y Way, M. (1970). *Ecological background to pest management*. North Carolina State University. Pp. 6-28.
- Trujillo N. E. 2008. *Silvopastoreo: árboles y ganado, una alternativa productiva*. Forestal. Revista-MM. Pp. 22-29.
- Wiersum, K. (1981). *Outline of the agroforestry concept*. The Netherlands, Agricultural University of Wageningen. p.1-21.



X. Anexos

10.1. Anexo 1. Listado de acrónimos

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina.
CIPAV	Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
COCODE	Consejos Comunitarios de Desarrollo.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
IDRC	Centro Internacional de Desarrollo e Investigación
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OTN	Oficina Técnica Nacional de Guatemala
SAF	Sistemas Agroforestales
PROBOSQUE	Ley de fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala.
PINPEP	Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal y Agroforestal.

10.2. Anexo 2. Protocolo de presentación en las aldeas de Saquija y Tzalanum, municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz.

Mi nombre es Nelsson Omar Leal Ical estudiante de la Carrera de Ingeniería Forestal, con énfasis en silvicultura y manejo de bosques de la Universidad Rafael Landívar.

Me presento ante ustedes con la finalidad de solicitar un permiso especial y realizar el proyecto de investigación que me permitirá graduarme de Ingeniero forestal, dicho proyecto de investigación está planificado para realizarlo en su comunidad que consiste en identificar y caracterizar los sistemas agroforestales (SAF) tradicionales que se han venido implementando en la comunidad.

Para realizar dicho estudio necesito de la información proveniente de cada uno de ustedes, es importante que sepan que toda esta información será utilizada para elaborar mi trabajo final de graduación de tesis. Sin embargo, esta información es propiedad de la comunidad, ya que son sus conocimientos tradicionales los que se verán plasmados en el documento final. Por tal razón, su participación es de vital importancia para que al final tenga un producto que les sea de utilidad.

Si ustedes están de acuerdo en participar, entonces me permito aclararles algunos puntos y pedirles permiso para algunas cosas que iré haciendo mientras conversamos acerca del tema.

- Esta actividad se trata de hacerles varias preguntas relacionadas con la ubicación de sus parcelas donde tienen plantaciones o cultivos de diferente tipo.
- Es necesario que pueda hacer estas preguntas por separado a cada productor, si cuento con su autorización.
- Su participación en esta entrevista es totalmente voluntaria (si no desea participar o existe alguna pregunta que no desea contestar puede comunicármelo sin ningún problema).
- Si en algún momento no quiere continuar por favor me lo hace saber
- Su respuesta es anónima es decir que aunque sus respuestas y la de las otras personas son importantísimas serán estudiadas individualmente y por eso no se va a saber cuáles fueron sus respuestas en particular.
- Si mi pregunta no es clara o si desea alguna explicación adicional favor no dude en preguntarme.
- Finalmente también les pido el permiso para tomar fotos de las plantaciones, cultivos, parcelas, animales, incluso hogares de cada uno de los productores de ser necesario. Debo aclararles que estas fotos aparecerían en el documento final si ustedes así lo desean.

Quiero estar seguro de que ha quedado claro que está participando en esta entrevista de manera voluntaria, por lo que agradezco mucho su tiempo y disponibilidad.

10.3. Anexo 3. Matriz de especies presentes en el sistema agroforestal

[illegible]

Categorías de uso definidas: Al: Alimento, Co: Construcción, Fo: Forraje, Cm: Combustible, Md: Medicinal, Or: Ornamental, Re: Religiosas, So: Sombra, Ma: Madera, Cr: Cercas.

No.R: cantidad de SAF en que la especie se encuentra presente.



10.4. Anexo 4. Guía para caracterización de sistemas agroforestales

No. De entrevista: Fecha: _____ Localidad (aldea): _____

1. Información general sobre el productor y su entorno.

Nombre del propietario: _____

Edad del propietario: _____ Actividad económica principal: _____

Actividad economía secundaria: _____

Nivel de escolaridad: primaria básico diversificado

Idiomas que domina: Español Q'eqchi' Otro: _____

Dominio del Idioma Español: Leer Escribir No

¿Considera que existe un problema con el Idioma? ¿Por qué?

Cuantos integrantes tiene la familia: _____

Hombres: _____ Mujeres: _____

Escritura de la propiedad: registrada pública posesión

Tipo de SAF: _____ Edad aproximada del SAF: _____

Extensión (ha): _____ Coordenadas: x _____ y _____

2. Estructura y composición de los Sistemas Agroforestales.

Con base a los atributos de los ecosistemas, por medio de observaciones, comprobaciones en campo y consultas con el propietario del sistema agroforestal observado, indicar los aspectos que se requieren en la guía.

a) ¿Qué tipo de vegetación logra identificar dentro del SAF (arbórea, leñosa, herbácea)?

b) ¿Qué nombre reciben estas especies en el idioma local?

c) ¿Qué variedades de cacao maneja el productor?

d) ¿Qué características diferencian de una variedad de cacao con otra?

e) Indique si se observa especies de vida silvestre o domestica presentes en el SAF:

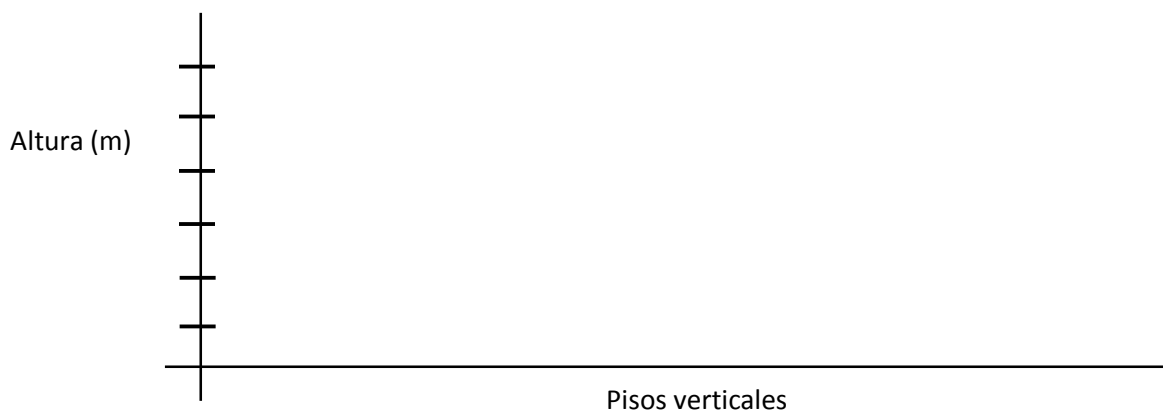
3. Estructura vertical y horizontal:

-Observar el perfil del sistema e identificar los pisos verticales que se distinguen en el sistema agroforestal, indicando lo siguiente:

a) ¿Cuántos pisos verticales existen?: _____

b) Estime la altura promedio de cada piso.

c) Elabore un perfil aproximado del sistema agroforestal.



- d) Elabore un perfil aproximado para la estructura horizontal, con el fin de ubicar espacialmente dentro de la finca cada uno de los componentes del SAF.



4. Categorías de uso de las especies presentes en los SAF:

-Esta sección de la guía se realiza en conjunto la matriz de especies presentes en el sistema agroforestal (Anexo 2).

- a) Con base a la identificación de especies, indique los usos que cada una de estas tiene.

- b) Determinar la forma en que las especies son utilizadas.

- c) Agrupar las especies de acuerdo a las categorías de uso definido.

- d) Describir en torno a la uso de las especies identificadas.

5. Manejo del SAF:

- a) De acuerdo a la extensión de plantación, establezca parcelas de 500 mts² para realizar un inventario y determinar la densidad estimada de las diferentes especies presentes en el SAF.

- b) Consulte al propietario del SAF e indique que tipo de manejo se le da al sistema, diferenciándolo para cada estrato vertical que lo compone y si tiene un plan de fertilización definido.

- c) Indique si se implementan medidas de conservación de suelos y cuáles:

6. Productividad del Sistema:

- a) Consulte al propietario, acerca de los rendimientos que obtiene por especie dentro del sistema.

- b) ¿El propietario considera que la implementación de árboles y cultivos, ha beneficiado la producción?

7. Posibles efectos adversos del SAF:

- a) alguna de las especies está sirviendo de hospedero para agentes patógenos?

- b) ¿A qué se debe el ataque de la enfermedad o patógeno?

10.5. Anexo 5. Listado de propietarios de las Fincas Caracterizadas en la aldea Saquija, Santa María Cahabon, A.V.

Estrato I Aldea Saquija, Cahabón, Alta Verapaz.				
No.	Propietario de la finca	COORDENADAS		Área (Ha).
		X	Y	
1	Heidy Noemi Cuc Cho	563323	1723258	0.09
2	Medardo Cóc Tiul	564081	1723202	0.70
3	María Pop Chub de Tzub	563113	1723129	0.16
4	Manuel Xo	563190	1722875	0.69
5	Domingo Pec Xol	563927	1722956	0.23
6	Mario Leonel Cho Laaj	563520	1722706	0.57
7	Jorge Choc Tzi	563415	1722605	0.60
8	Amalia Coc Mucú de Choc	563161	1722456	0.39
9	Luvia Esperanza Beb Can	563681	1722625	0.32
10	Carlos Choc Tzi	563387	1722375	0.58
11	Olivia Icó Tiul de Cuc	563435	1722044	0.34
12	Ofelia Coc Pop de Sacul	563351	1721778	0.18
13	Ricardo Ché Caal	564133	1722250	0.57
14	Ramon Sacul Tiul	563738	1721835	0.26
15	Daniel Caal Pop	564242	1722496	0.66
16	Gerardo Rax Xol	574157	1722819	0.61
17	Romelia Icó Tiul	563419	1722181	0.48
18	Oscar Alejandro Xol Xol	564242	1722863	0.69
19	Samuel Rax Xol	563524	1723077	0.44
20	Mario René Caal Ical	564306	1722008	0.59
21	Pablo Saguí Tút	564520	1722939	0.56
22	Pedro Tiul Caál	564290	1723306	0.28
23	Adolfo Ico Ico	563790	1723448	0.31
24	Vicenta Rax Xol de Xol	564391	1723290	0.61
25	Rodrigo Rax Xol	563762	1722794	0.70
Área promedio (Ha) :				0.46

Estrato II Aldea Saquija, Cahabón, Alta Verapaz.				
No.	Propietario de la finca	COORDENADAS		Área (Ha).
		X	Y	
1	Edgar Benjamín Caál Ical	563657	1723234	0.76
2	José Chub Chub	563407	1722851	1.11
3	Arnoldo Cuc Rax	563195	1722226	1.77
4	Javier Cuc Rax	563077	1722097	1.73
5	Santiago Tiul Caal	564048	1722706	0.87
6	Miguel Cuc	563960	1722569	0.98
7	Marcos Chén	563613	1722238	2.12
8	Ricardo Icó Pacay	563556	1722573	0.89
9	Felipe Pop Can	563847	1722165	1.21
10	Arnoldo Chocooj Caál	563899	1722286	2.45
11	Rolando Xol Cao	563569	1722214	1.81
12	Julio Tziboy Pop	563065	1722286	0.90
13	Elsa Marina Argentina Caál Ical	563968	1721968	1.29
Área promedio (Ha) :				1.38

10.6. Anexo 6. Listado de propietarios de las Fincas Caracterizadas en la aldea Tzalantum, Santa María Cahabon, A.V.

Estrato I Aldea Tzalantum, Cahabón, Alta Verapaz.				
No.	Propietario de la finca	COORDENADAS		Área (Ha).
		X	Y	
1	Vicenta Ical Cucul de Xol	571104	1722336	0.10
2	Arturo Caal Maás	570663	1722130	0.19
3	Alejandro Icó Cab	570648	1721852	0.67
4	José Cuc Rax	571600	1721979	0.35
5	Arturo Chen Chen	570834	1721252	0.47
6	Abelino Tot Chocooj	570640	1721550	0.56
7	Marcelino Pop	571088	1721764	0.42
8	Manuela Coc Cholom	570858	1721324	0.49
9	Hermelindo Ax Xol	571707	1721225	0.55
10	Hermelindo Xol Cao	571199	1720955	0.70
11	Josefina Icó Tiul	570894	1721129	0.69
12	Felix Paau Caal	571624	1721816	0.32
13	Miguel Xol Beb	570779	1721118	0.32
14	Rosa Co Xo	571342	1721939	0.59
15	Silvestre Xol Cuz	571846	1721550	0.09
16	Juán Có Sacúl	571882	1721542	0.68
17	Pablo Có Xó	571636	1721435	0.22
18	Ricardo Xol Ixim	571207	1720963	0.09
19	Pedro Alberto Coc Cuz	571664	1722288	0.33
20	Gerardo Chén Chén	571914	1722153	0.43
21	Pablo Có Hor	570522	1721379	0.26
22	Santiago Rey Ixim	570588	1721582	0.54
23	Aurelia Bó Can	571957	1721649	0.65
24	Pedro Cucul Ical	571941	1721391	0.70
25	Cesar Humberto Tzub Pop	571293	1721913	0.56
26	Mateo Tut Caz	570815	1722054	0.64
Área promedio (Ha) :				0.45

Estrato II Aldea Tzalanum, Cahabón, Alta Verapaz.				
No.	Propietario de la finca	COORDENADAS		Área (Ha).
		X	Y	
1	Dominga Coc Coc	570921	1721705	0.86
2	Juan Bosco Caál Mucú	571013	1721554	0.81
3	Joaquin Caal	571362	1721733	0.97
4	María Elena Mucú Caal	571001	1721356	2.08
5	Tecla Marina Mucú Caál	571112	1722026	0.76
6	Jorge Choc Tz'í	571267	1721296	1.55
7	Tomás Cuc Chén	570763	1721947	2.13
8	Pedro Putul May	571382	1721078	2.36
9	Vicente Botzoc Cuc	571683	1721538	1.09
10	Ana Lucía Bol Cán	571195	1721622	0.93
11	Hugo Leonel Xol Chó	570955	1721703	2.05
Área promedio (Ha) :				1.42