

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

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

**CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN COMUNIDADES DE LA
ECO-REGIÓN LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO**

RONY ORLANDO MEDINA

CARNET 21407-10

**SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, SEPTIEMBRE 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 DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN COMUNIDADES DE LA
ECO-REGIÓN LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO**

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

**POR
RONY ORLANDO MEDINA**

**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, SEPTIEMBRE DE 2018
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ**

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: 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. RICARDO ISMAEL ÁVILA FOLGAR

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. CARLOS ERNESTO ARCHILA CARDONA

Guatemala, 28 septiembre 2018

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Guatemala, Ciudad

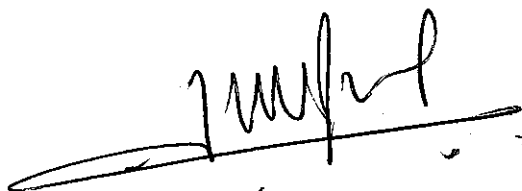
Presente

Estimados Miembros del Consejo

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Rony Orlando Medina Carné: 2140710, titulado **"CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN COMUNIDADES DE LA ECO REGIÓN LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ"**.

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

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricardo Ávila Folgar', with a long horizontal stroke extending to the left.

Msc. Ricardo Ávila Folgar
Colegiado No. 1,125
Asesor



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061017-2018**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante RONY ORLANDO MEDINA, Carnet 21407-10 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. 06167-2018 de fecha 17 de septiembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN COMUNIDADES
DE LA ECO-REGIÓN LACHUÁ, COBÁN, 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 25 días del mes de septiembre del año 2018.



**MGTR. LUIS MOISES PENATE MUNGUA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

A la Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

A mi asesor de Tesis, M.Sc. Ricardo Ismael Avila Folgar, por su inestimable asesoría y paciencia, la cual fue con totalidad incondicionalidad para finalizar este estudio.

A mi revisor Técnico, M.Sc. Carlos Ernesto Archila Cardona, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

A la Fundación Laguna Lachuá y sus asociaciones de Base: Asociación Selva del Norte, Asociación de Desarrollo Integral Rocaj Pomtila y la Asociación de K'atb'alpom, por permitirme realizar la presente investigación dentro la Eco-Región Lachuá.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mi Madre: Hilda Medina Ac a quien valoro mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi esposa: Patrocinia Nataly Ical Cuz, por su amor, comprensión, paciencia y sabios consejos siendo pilar fundamental en la culminación de mis sueños y éxitos en esta vida.

Mi hija: Daniela Medina Ical que la amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mi familia: Abuelos, tíos, primos, que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.2.1. Definición de Agroforestería	5
2.2.2. Características de los Sistemas Agroforestales.....	6
2.2.3. Las potencialidades de las Agroforestería.....	6
2.2.4. Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....	7
2.2.5. Sistemas Agroforestales con Cacao.....	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMAS.....	16
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	17
4. OBJETIVOS.....	19
4.1. GENERAL.....	19
4.2. ESPECIFICOS.....	19
5. METODOLOGÍA.....	20
5.1. DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
5.1.1. Condiciones Topográficas y Agroecológicas.....	21
5.2. SUJETOS Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS.....	21
5.2.1. Definición del tamaño de la muestra.....	22
5.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
5.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	24
5.5. FASE DE INICIAL DE GABINETE.....	26
5.5.1. Consulta documental.....	26
5.5.2. Base de datos de La Fundación Laguna Lachuá.....	26
5.6. FASE DE CAMPO.....	26
5.6.1. Variables desarrollados para el primer objetivo.....	26
5.6.2. Variables a medir para el tercer objetivo.....	27
5.6.3. Variables a medir para el tercer objetivo.....	28

5.7.	FASE FINAL DE GABINETE.....	28
5.7.1.	Tabulación de datos.....	28
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
6.1.	Determinación de la composición de los sistemas agroforestales de Cacao con asocio de árboles forestales.....	29
6.2.	Identificación y cuantificación de la composición vertical del Sistema Agroforestal, enfocado en el cultivo agrícola y forestal.....	32
6.2.1.	Cultivo de Cacao.....	32
6.2.2.	Componente Forestal.....	33
6.3.	Análisis de los beneficios económicos que brinda cada sistema agroforestal caracterizado.....	36
6.3.1.	Costos de manejo del Sistema Agroforestal anualmente.....	36
6.3.2.	Beneficios económicos del SAF.....	39
6.3.3.	Usos de especies maderables.....	41
7.	CONCLUSIONES.....	43
8.	RECOMENDACIONES.....	45
9.	BIBLIOGRAFÍAS.....	46
10.	ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis de producción de cacao 2015-2016.....	32
Cuadro 2: Costo anual dem por hectárea de SAF.....	37
Cuadro 3: Clasificación de especies forestales en base al uso común, según las personas entrevistadas	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la Eco Región Lachuá.....	20
Figura 2. Localización geográfica de las parcelas muestréales.....	21
Figura 3. Perfil vegetativo de los sistemas agroforestales de cacao asocio de árboles forestales en la comunidad de Faisán I.....	29
Figura 4. Perfil Vegetativo de los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales en la comunidad de Salacuim.....	30
Figura 5. Perfil Vegetativo de los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales en la comunidad de Rocaj Pomtila.....	31
Figura 6. Clasificación de especies forestales en base al IVI comunidad de faisán I	34
Figura 7. Clasificación de especies forestales en base al IVI comunidad de Rocaj Pomtila.....	35
Figura 8. Clasificación de especies forestales en base al IVI comunidad de Salacuim.....	36
Figura 9. Canales de distribución del cacao.....	40

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN COMUNIDADES DE LA ECO-REGIÓN LACHUÁ, COBÁN, A.V.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en tres comunidades de la Eco Región Lachuá, municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz. El propósito del estudio fue conocer la riqueza arbórea dentro de los sistemas agroforestales (SAF), la variabilidad de las distintas especies y el aporte de los SAF en la disminución de la presión que se le ejerce al área protegida Parque Nacional Laguna Lachuá. Del total de fincas inventariadas se identificaron 39 especies de árboles que se encuentran dentro de los sistemas agroforestales a los que se les evaluó la composición florística mediante el Índice de valor de importancia. La toma de datos de ingresos económicos del componente forestal es complejo, ya que los productores realizan extracciones de productos forestales en pequeñas cantidades y de madera informal. El principal cultivo de los SAF de la Eco Región Lachuá es *Theobroma cacao*, lo que brinda mayor retribución económica al sistema, quedando de forma secundaria el componente forestal desde el punto de vista económico. La especie más utilizada dentro de los Sistemas Agroforestales es tamarindo (*Tamarindus Indica*) con un porcentaje del 16% lo cual es utilizado mayormente para consumo de leña. Seguido por la especie Medallo (*Vatairea Iudellii*) con un porcentaje de 11 % que es utilizada para construcción de casas. Las especies menos utilizadas son Palín, Moxpin y Ramón (*Brosimum Alicastrum*), Raja Bien (*Rondeletia*), Santa María (*Calophyllum Brasiliense*), Laurel (*Cordia Alliodora*), Irayol (*Blepharidium Guatemalense*), con un 5 % de porcentaje de uso, según los productores entrevistados.

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la presión que se le ejerce a los bosques ha aumentado debido al avance de la frontera agrícola, la tala ilegal de los bosques, etc. López (2007), hace referencia que la explosión demográfica que conlleva al avance de la frontera agrícola ha provocado una presión al suelo por medio del establecimiento de cultivos intensivos y/o uso inmoderado de herbicidas resultando en una invasión de hierbas difíciles de controlar, lo que conduce a la degradación de los mismos, disminuyendo el rendimiento de los cultivos. Una de las alternativas para frenar estos procesos es la explotación de las tierras a través de sistemas agroforestales o Agroforestería.

El Perfil Ambiental de Guatemala (2010-2012), hace referencia que en el 2003 los agro ecosistemas ocupaban el 27.53% del territorio nacional, siendo el grupo dominante el de los bosques con un 37.26%. Los pastos, en ese momento, ocupaban el 30.58%, el restante 4.63% del territorio nacional estaba repartido entre cuatro grupos de uso. Es notoria la importancia de investigar y analizar a los sistemas agroforestales los cuales brindan protección al bosque.

Si bien es claro la madera proveniente de bosques naturales es cada vez más escasa. Los bosques (primarios, intervenidos y plantados) cubren el 31% de la superficie total de la tierra aproximadamente 4 mil millones de hectáreas, siendo los bosques naturales los que tienen mayor extensión con el 93% de la cobertura forestal actual mundial y las plantaciones actuales representan el 7% del área total (FAO, 2010). Por esa razón es de vital importancia recuperar áreas desprovistas de bosques y que mejor que realizarla mediante la implementación de sistemas agroforestales.

Por lo anterior expuesto es notoria la necesidad de investigar la composición y producción de los SAF en la Eco Región Lachuá, ya que al brindarle el manejo adecuado al cacaotal y por consiguiente a la cobertura boscosa, puede obtenerse un bosque de producción y de conservación de algunas especies arbóreas. Y así mismo mantener la biodiversidad.

La presente investigación se realizó en las comunidades de Salacuim, Rocaj Pomtila y Faisán I; comunidades que se encuentran dentro de la Eco Región Lachuá y circundan al Parque Nacional Laguna Lachuá ubicado en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, área donde se está trabajando bajo el sistema agroforestal de cacao con asocio de árboles maderables. Siendo una oportunidad de caracterizar el SAF para investigar, analizar e interpretar las condiciones actuales y la forma de manejo según la situación de cada sistema agroforestal.

Con ésta información se conocerá la riqueza arbórea dentro de los sistemas agroforestales y la variabilidad de las distintas especies que benefician a otras cadenas de valor como lo es el caso de la apicultura, cadena de valor que se trabaja con comunidades que se encuentran alrededor del Parque Lachuá. Además, del aporte de los SAF en la disminución de la presión que se le ejerce al área protegida.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La implementación de los SAF en la Eco-Región Lachuá inició en el año 2005 (FUNDALACHUA, 2009), con el cultivo de cacao con asocio de árboles forestales. Dichos cultivos (cacao) fueron materiales híbridos provenientes de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) introducidas a un bosque intervenido. Lo que da origen a un sistema agroforestal con múltiples características, teniendo especies forestales de diferentes edades inmersas dentro del cultivo de cacao con frecuencias y abundancia en distintos porcentajes, formándose bosques secundarios disetáneos.

Cabe mencionar que en la actualidad la Fundación Laguna Lachuá es la organización que promueve el desarrollo sostenible de los recursos naturales y es la encargada de buscar nichos de mercados para los productos maderables y no maderables de la Eco- Región.

Méndez, Dávila, Garnica, López (2008), efectuaron una investigación que permitió evaluar la dinámica vegetal en tiempo y espacio, en el cual plantean 114 parcelas permanentes y las herramientas mínimas para la toma de datos; así como una evaluación preliminar de la historia en el cambio de cobertura a través de los años por medio de sistemas de información geográfica.

García (2002), investigo la estructura y composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, entre las comunidades Santa Lucia Lachuá y Rio Tzetoc, Cobán. Donde encontró 70 morfoespecies de seis familias epífitas, presentando mayor riqueza la familia Orchidaceae, seguida de Araceae, Piperaceae, Bromeliaceae, Cactaceae y Begoniaceae. La clase vegetal que presentó mayor número de morfo especies fue “Bosque y cardamomo” debido a que son los lugares mejor conservados,

respondiendo a las mejores condiciones de humedad y temperatura relativa que favorecen a este grupo de plantas, las de menor número fueron potrero, guamil de tercer rango y potrero enguamilado.

Un claro ejemplo que en sistemas agroforestales puede existir conservación y aprovechamiento de los recursos haciéndose énfasis en Cardamomo, que pudiera obtenerse resultados similares con el cultivo del cacao en cuanto a la cantidad e morfoespecies dentro del SAF¹.

¹ SAF: Sistemas Agroforestales

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Definición de agroforestería

Los sistemas agroforestales son una alternativa de uso de la tierra en donde leñosas y perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad (López, 2007). Se trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos (CONAFOR, 2007).

La agroforestería se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basada en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestas, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos (Ramírez, 2005). A los productores les permite obtener en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas, al mismo tiempo es un medio para conservar especies forestales, ya que la agroforestería es amigable con el ambiente.

Figuroa E.P. (2009), lista algunos objetivos primordiales de la agroforestería:

- Diversificar los cultivos.
- Recuperar suelos degradados.
- Mejorar el microclima.
- Reciclar nutrientes.

- Recuperar áreas desprovistas de bosques.
- Brindar alternativas a los productores, siempre y cuando se satisfaga sus necesidades cotidianas.

2.2.2. Características de los Sistemas Agroforestales

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

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

2.2.3. Las potencialidades de la Agroforestería

a) Ventajas

- Permite producir bienes económicos.
- Microclimas mejorados.
- Protección de suelos.
- Fijación de nitrógeno.
- Obtención de diferentes productos.

- Aumento de la producción y por ende aumento de los ingresos.
- Recuperación de áreas desprovistas de bosques.
- Protección de especies.

b) Desventajas

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

2.2.4 Clasificación de los Sistemas Agroforestales

a) Sistemas agroforestales secuenciales

Según Rivas (2005), 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

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)

- Sistema Taungya

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

b) Sistemas Agroforestales Simultáneos

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

Algunos ejemplos:

- Árboles con asociaciones de cultivos perennes

Según Musálem (2001), los sistemas pretenden que los cultivos sean económicamente rentables, por lo que es necesario la implementación de árboles forestales con cultivos perennes; entre los más utilizados son: café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), té (*Camellia sinensis*) y cardamomo (*Elettaria cardamomum*).

- Árboles con asociaciones de cultivos anuales

Estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra. Sin embargo, para esta misma categoría, para el caso particular de los sistemas de cultivos en callejones se puede utilizar especies que no toleren la sombra.

Para esta clase de sistema se pueden utilizar cultivos como el maíz, frijol, soya o maní con árboles fijadores de nitrógeno (Musálem, 2001).

- **Huertos caseros mixtos**

Este sistema hace referencia a los huertos que se encuentran entorno a las casas de los productores para consumo propio. Para Beer (2004), son mezclas con muchos estratos que va de arbustos, maderables, cultivos perennes y animales, con la finalidad de generar variedad de productos comerciales y de uso doméstico.

c) Sistemas silvopastoriles

Los Sistemas Silvopastoriles combinan el cultivo agroecológico de arbustos forrajeros en alta densidad para el ramoneo directo del ganado; emplean varios pastos tropicales seleccionados y muchas especies de árboles maderables o frutales. Este sistema requiere la oferta permanente de agua de buena calidad en bebederos móviles para los animales y sal mineralizada (Beer, Ibrahim, Somarriba, Barrance, Leakey, 2015).

Siendo como ejemplo las siguientes asociaciones:

- **Asociaciones de árboles con pasto:**

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

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

d) Plantaciones en líneas

Hace referencia a árboles plantados en los linderos. Es el establecimiento de una o más hileras de árboles y/o arbustos dentro de un predio. Otorgando protección a corrales, entre otros (Sotomayor y Aracena, 2005).

En la producción vegetal el viento puede constituirse en un agente perjudicial por sus efectos mecánicos directos sobre el suelo, la vegetación y cultivos o bien modificando el microclima, incidiendo en la biología y la actividad de las plantas y por lo tanto en su rendimiento (Porcile, 2007).

- Cercos vivos:
Los cercos vivos con adecuado manejo son útiles para reemplazar las cercas de alambre, duran más tiempo y disminuyen los costos. Con cierta frecuencia es necesario podarlos y eliminar árboles viejos o que muestren enfermedad y reemplazarlos inmediatamente (Ramírez, 2005).
- Cortinas rompe vientos:
La finalidad de las cortinas forestales es para proteger cultivos agrícolas u otros de los vientos y/o plagas y enfermedades. Para Sotomayor y Aracena (2005), las cortinas rompe vientos son el establecimiento de una o varias hileras de árboles dentro de un predio.

2.2.5. Sistemas agroforestales con Cacao

a) Generalidades del Cacao

Botánicamente, al cacao se le ha asignado la siguiente clasificación:

División: Espermatofita

Clase: Angiosperma

Sub-clase: Dicotiledónea

Orden: Malvales

Sub-orden: Malvinas

Familia: Esterculiáceas

Tribu: Bitneria

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao* (Batista, 2009)

Según Batista (2009), la planta del cacao normalmente alcanza una altura entre 6 a 8 metros, con excepción del cacao del Ecuador y del amelonado de África Occidental, los que en ocasiones alcanzan alturas hasta unos 12 metros. La altura del árbol depende de factores ambientales que influyen en el crecimiento. Cultivado con alta luminosidad el tamaño es más reducido que con exceso de sombra

La temperatura, la lluvia, y la humedad relativa son factores climáticos de mayor consideración. En tal sentido, temperatura promedio anual entre 24.5 y 25.6 °C, la lluvia promedio anual de 1,200 mm, bien distribuida, y la humedad relativa de aproximadamente 80%, representan condiciones esenciales para el éxito del cultivo. (Batista, 2009).

Las flores nacen en cojines florales ubicados en el tronco y ramas principales y salen donde anteriormente se encontraban las hojas (Navarro y Mendoza, 2006). La raíz de la planta del cacao es de tipo pivotante, logra penetrar alrededor de 2 metros de profundidad, en los primeros 25 centímetros de profundidad, poseen raíces secundarias que crecen hacia los lados; sin embargo en los clones de cacao no poseen raíz pivotante, sino únicamente laterales y una de ellas se comporta como tal para lograr el anclaje del árbol (Enríquez, 2004).

b) Requerimientos ambientales del cacao

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura. La temperatura determina la formación de flores a 25 °C, la floración es normal y abundante. El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos (ANACAFÉ, 2004).

c) Manejo agronómico del cultivo del cacao

Deshierbas: a partir de la siembra del cacao y de los sombríos, se debe mantener libre de malezas la zona de la planta (el plato) y evitar el desarrollo de arvenses que compitan con el cultivo. En caso de malezas gramíneas agresivas se debe usar un herbicida específico por una sola aplicación. Los controles de malezas se realizan manualmente o con guadaña (Compañía Nacional de Chocolates S.A.S., 2012).

Podas de Formación: se deben limitar a la eliminación de chupones, ramas entrecruzadas y agobiadas o con crecimiento hacia el suelo, procurando una adecuada arquitectura y balance del árbol que le permita maximizar su área productiva. Este tipo de poda se realiza durante los dos primeros años del cultivo (Compañía Nacional de Chocolates S.A.S., 2012).

Podas de Mantenimiento: consiste principalmente en podas laterales y de altura para evitar entrecruzamiento y crecimiento excesivo del árbol de más de 3,5 m; complementada con la eliminación de ramas con tendencia hacia el suelo, quebradas, entrecruzadas y enfermas. Estas podas se deben hacer al final de las épocas secas, cuando el árbol no tenga producción de frutos pequeños o pepinos que generalmente coinciden con los meses de febrero y marzo y julio y agosto, en zonas con régimen de lluvia bimodal. Podar facilita el control de plagas y enfermedades y permite transitar con facilidad por el cultivo para los procesos de manejo y cosecha. Una poda a destiempo reduce la producción y desgasta los árboles, pues obliga al árbol a rebrotar y cambiar follaje (Compañía Nacional de Chocolates S.A.S., 2012).

Plagas y enfermedades: El Instituto colombiano Agropecuario. (2012), hace mención a las plagas más comunes las cuales son: el pájaro carpintero y las ratas. Para el caso de las

enfermedades predominan las siguientes: Moniliasis (por el hongo *Moniliophthora roreri*), Mazorca Negra (por el hongo *Phytophthora* sp.), escoba de bruja (por el hongo *Crinipellis pernicioso*, *Moniliophthora perniciosa*) y mal del machete (por el hongo *Ceratocystis fimbriata*); los cuales afectan al cultivo del cacao si no se le da el manejo agronómico adecuado.

d) Variedades

El cacao es originario de la cuenca de las amazonas, en las zonas comprendidas entre Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, ya que ahí es donde se ha encontrado más variedades (Andrade, 2009).

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

- Forastero: se les llaman amazónicos por encontrarse distribuidas en la cuenca del río Amazonas y sus afluentes. Las mazorcas poseen forma de cuello de botella en la base. Las almendras son aplanadas y pequeñas con cotiledones de color morado (Andrade, 2009).
- Criollo: se origina en Centroamérica, Colombia y Venezuela. Sus frutos son de cáscara suave con 10 surcos. En cuanto a sus semillas, son dulces y de color que va de blanco a violeta. De esta variedad se produce el cacao de mejor calidad (Navarro y Mendoza, 2006).
- Trinitario: proviene de la combinación de la variedad criolla y el forastero, esta variedad es considerada como la más rústica y resistente a enfermedades y se ha adaptado de una forma mejor a diferentes ambientes (Enríquez, 2004).

e) Tipos de sombras

- Temporal o de transición: tiene como objetivo proteger las plantas de cacao durante los primeros tres años (Navarro y Mendoza, 2006).
- Permanente: para Dubón y Sánchez (2011), tiene como objetivo brindar la sombra necesaria para el mantenimiento del cultivo hasta los 30 años de producción, variando en razón de la edad de rotación de los árboles forestales, además deberá brindar su protección y producción de la madera u otros bienes a largo plazo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

No existe un estudio documentado de la composición y producción de los sistemas agroforestales de cacao en la Eco-Región para brindarle un Manejo Sostenible a los Sistemas Agroforestales (SAF); ya que se debe visualizar a los SAF como áreas de conservación y/o buen manejo de los recursos naturales.

En esta eco-región los Sistemas Agroforestales se encuentran alrededor del Parque Nacional Laguna Lachuá, siendo una de las razones por las que es fundamental darle un valor de importancia, ya que es una estrategia que puede frenar el avance de la frontera agrícola.

Asimismo el sistema agroforestal contribuye con la diversidad biológica que se encuentra en los SAF, disminuyendo el avance de la Frontera Agrícola que afecta negativamente al área protegida Parque Nacional Laguna Lachuá, la cual es una reserva importante para las comunidades circundantes. De la misma manera los sistemas agroforestales (SAF) son de gran importancia porque brindan más y mejores beneficios al medio ambiente, a diferencia de cultivos tradicionales como el maíz y el frijol.

No se tiene documentada la estructura arbórea, cuantificación y cualificación de los distintos componentes en plantaciones de cacao en la Eco-Región Lachuá, lo que conlleva al desconocimiento de la importancia ecológica que tiene el Sistema Agroforestal.

Para documentar la composición y producción de los sistemas agroforestales de cacao en tres comunidades de la eco-región Lachuá se realizó la investigación en las comunidades de Salacuim, Rocaj Pomtila y Faisán I ya que son las comunidades representativas que poseen este sistema agroforestal para proporcionar información sobre la diversificación de ingresos, tales como: producción de cacao, leña y madera.

Así mismo se recopilará información que servirá para optar por nuevas oportunidades que puedan surgir al momento que entes gubernamentales implementen políticas ambientales como incentivos a sistemas agroforestales.

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

Caracterizar los sistemas agroforestales en las comunidades de la Eco Región Lachuá; es de suma importancia debido a que a través de ello se puede dar a conocer nuevas alternativas de producción y manejo de recursos naturales a los comunitarios.

La caracterización es necesaria en las tres comunidades mencionadas con anterioridad por la representatividad (mayores extensiones de cacao, asociaciones de acopio y comercialización de cacao seco) que existe en estas comunidades de los sistemas agroforestales donde se determinó la frecuencia, abundancia y dominancia que posee cada especie maderable, y la producción de cacao que va relacionado con la sombra permanente que le provee el componente forestal. Lo que servirá a concluir en las mejores especies que se encuentran en las fincas cacaoteras que favorezcan la producción de cacao, y le brinden mayor retribución económica al productor; así mismo en el manejo sostenible que deberá realizarse a los SAF.

La presente investigación que se realizó dentro de los sistemas agroforestales de cacao proveerá información a los comunitarios, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para brindar un manejo sostenible a las plantaciones cacaoteras, ya que actualmente en la Eco Región Lachuá se están implementando plantaciones con mejores variedades de cacao que tienen altos rendimientos. Esto provocará a que las plantaciones cacaoteras que están en producción y que son de una variedad híbrida con menores rendimientos en comparación con las variedades del CATIE que están estableciendo actualmente; sean renovadas, y será el momento adecuado para basarse de los resultados de la presente investigación para el aprovechamiento sostenible de los árboles forestales maderables.

Para Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, Eibl (2015), los árboles plantados o de regeneración natural en el cacaotal (normalmente al inicio de la plantación), finalizando con el aprovechamiento de toda la madera al momento de la renovación del cacaotal; deberán de aprovecharse según sea el turno de la especie, aunado a la renovación del cacaotal.

Conocer la estructura y función de los árboles que se utilizan como sombra en el cultivo del cacao es de gran importancia así se conocerá el impacto ecológico que desde un enfoque forestal es necesario; para la competitividad y productividad con la capacidad de satisfacer las necesidades del entorno. Quero (2008), en un mercado más consciente de la estabilidad del medio ambiente y con preferencia por cultivos que sean en lo posible manejados de forma amigable con la naturaleza. Por tanto, y con la intención de dar a conocer la importancia y diversidad de las especies arbóreas, el presente trabajo de investigación tiene como principal fin analizar la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao y entregar a la comunidad académica una referencia bibliográfica que contribuya al estudio ambiental del cual somos parte.

Existe un vacío de conocimientos sobre la retribución económica que brindan los sistemas agroforestales de cacao, ya que actualmente se expresa que los cacaotales en producción de las comunidades mencionadas con anterioridad no fueron implementadas con una visión clara. Entonces, la caracterización de este sistema es de vital importancia para determinar los beneficios que los productores perciben actualmente del producto cacao y los beneficios del componente arbóreo, como también si las especies inmersas dentro del cultivo de cacao poseen características que aumente el valor del Sistema agroforestal.

Los sistemas agroforestales son una de las alternativas que logran contribuir a disminuir la deforestación en la Eco Región Lachuá, así también por la presión que se le ejerce al Parque Nacional Laguna Lachuá como área protegida.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Caracterizar los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales en comunidades de la Eco-región Lachuá, del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz.

4.2 ESPECÍFICOS

1. Determinar la composición vertical de los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales.
2. Cuantificar la composición vertical del sistema agroforestal, enfocado en el cultivo agrícola y forestal.
3. Analizar los beneficios económicos que brinda cada sistema agroforestal caracterizado.

5. METODOLOGÍA

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se constituyó de tres comunidades con mayor representatividad del sistema agroforestal en la Eco Región, siendo Salacuim, Rocaj Pomtila y Faisán I, Comunidades circundantes al Parque Nacional Lachuá (figura 1 y 2).

La Eco Región Lachuá está ubicada en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, a 304 km de la ciudad de Guatemala,.

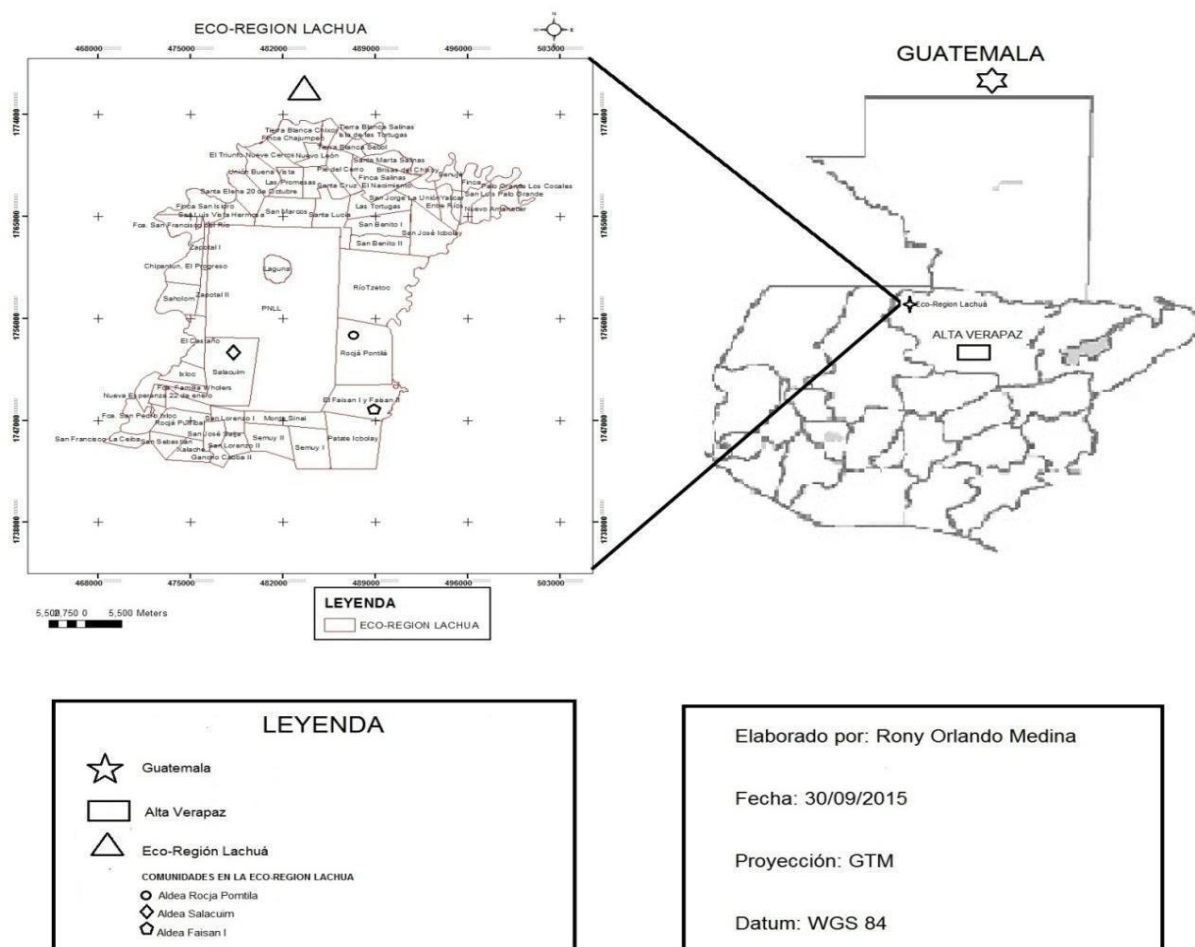


Figura 1. Localización geográfica de la Eco Región Lachuá.

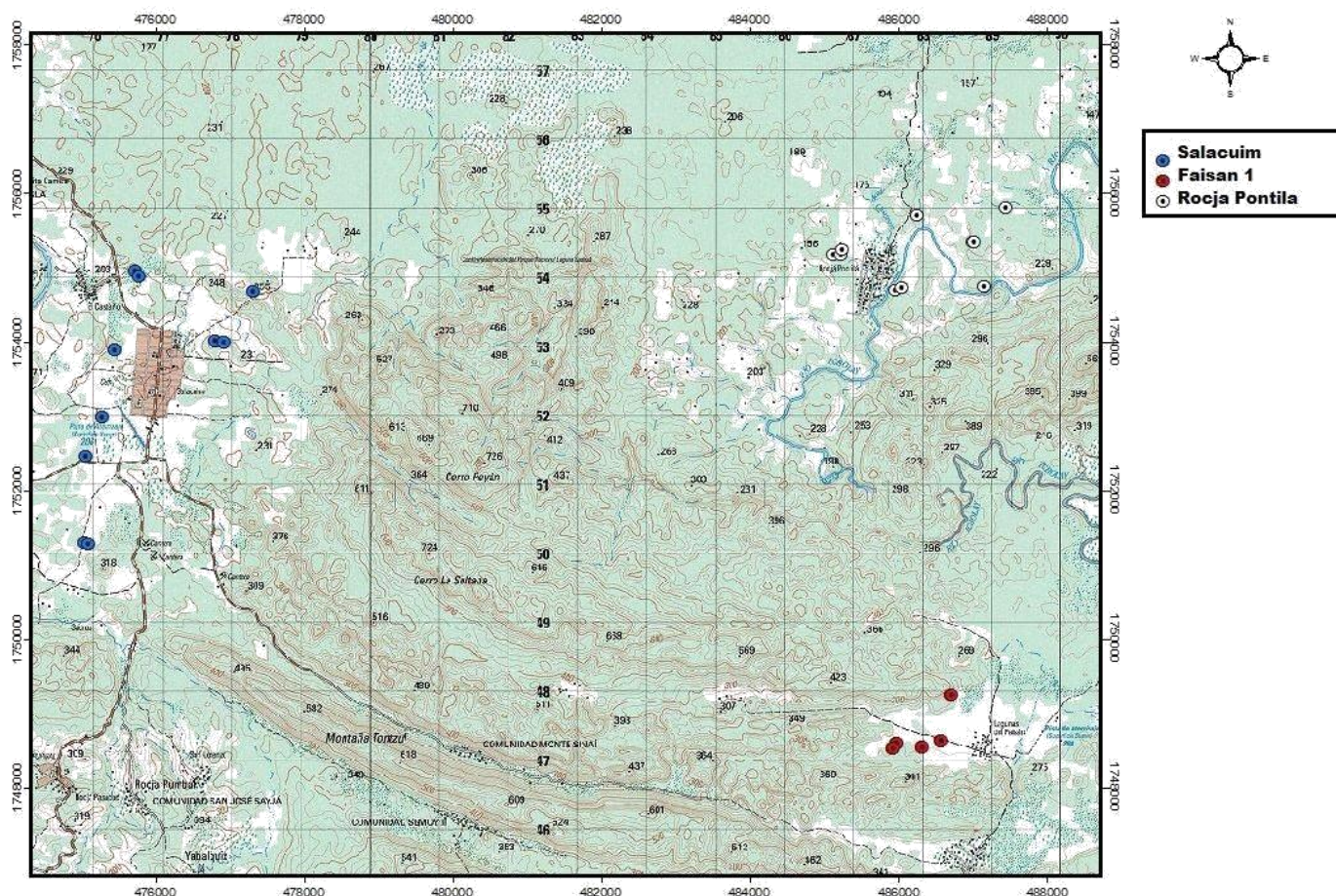


Figura 2: Localización geográfica de las parcelas muestréales.

5.1.1. Condiciones topográficas y agroecológicas

Las comunidades se encuentra a 185 msnm, se caracteriza por sus bosques y plantaciones latifoliadas, la eco región Lachuá posee un clima promedio de 24.5° C, con un clima Semi-Cálido, con una precipitación Pluvial de 3850 mm, siendo la época lluviosa de Mayo a abril y una época seca de Marzo a Abril. Las comunidades se encuentran en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido (bmhs-c).

5.2 SUJETOS Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS

El presente estudio tiene como base la caracterización de tres comunidades de la Eco Región Lachuá, existiendo tres asociaciones locales encargadas de brindarle un valor agregado y comercializar el cultivo de cacao, por lo que fue necesario determinar el

área de los sistemas agroforestales mediante la recopilación de datos que proporcionaron las organizaciones de base de la Fundación Laguna Lachuá, siendo Asociación Selva del Norte –ASOSELNOR-, Asociación de Desarrollo Integral Rocaj Pomtila y la Asociación de K'atb'alpom. Esta información recabada sirvió para definir el área de la muestra en las tres comunidades.

Los sistemas agroforestales se estratificaron por comunidad y/o aldeas, ya que cada una de ellas tiene grandes diferencias en cuanto a manejo técnico. Utilizando un muestreo probabilístico según OTZEN, T. & MANTEROLA C, (2017) Las técnicas de muestreo probabilísticas, permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio debe de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar. Se muestreará el 5% del área total, para lo cual se establecieron parcelas de 1000 m² distribuidos dentro del área total de cada comunidad.

Es preciso mencionar que se caracterizaron los sistemas agroforestales que están en producción, ya que existen nuevas plantaciones de cacao que no poseen árboles inmersos; por lo que a la fecha no se les puede denominar como un sistema agroforestal.

5.2.1. Definición del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra de los sistemas agroforestales cacao-maderable que es una población finita, es decir que es contable, en las cuales se realizó el levantamiento de datos basándose en las herramientas previamente elaboradas para la recolección de datos en campo.

Para calcular el tamaño de la muestra definitiva para estimar una proporción, se utiliza la siguiente expresión (para poblaciones finitas):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Significado:

N = Total de la población

Z_{α} = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = $1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)

d = precisión (en su investigación use un 5%)

Con la aplicación de la siguiente fórmula se determinó el número de parcelas que se levantarán en campo, realizando 5 parcelas muestréales de 1000 metros cuadrados de forma rectangular en la comunidad de Faisán I, para la comunidad de Salacuim se realizaron 10 parcelas muestréales y para la comunidad de Rocaj Pomtila se realizaron 10 parcelas muestréales.

5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó una metodología mixta que incluye la metodología cuantitativa y cualitativa para caracterizar el sistema agroforestal. Y debido al alcance de la presente investigación que aglutina a tres comunidades se efectuó una comparación que determinaron características positivas y negativas que influyen en el retorno económico de los sistemas agroforestales.

5.4 MATERIALES E INSTRUMENTOS

Para la recopilación de información se utilizaron:

- GPS
- Cinta Diamétrica
- Clinómetro
- Vehículo
- Cámara fotográfica
- Boletas de campo

5.4.1. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de volumen y del Índice de valor de Importancia

Para el cálculo de volumen de las especies forestales se utilizó la fórmula que proporcionó el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y es para la Región de la Franja Transversal del Norte de Especies Latifoliadas.

$$V = 0.00567 + 0.5074 * (\text{Diámetro}^2 * \text{Altura})$$

El diámetro se aplica en metros y se utiliza la Altura comercial.

Para el cálculo del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) se utilizó el que fue propuesto por Curtis y McIntosh (1950). El I.V.I. fue estimado de la siguiente forma.

$$IVI \text{ especie} = A\%i + D\%i + F\%i$$

Donde:

A%i: Abundancia relativa especie i

D%i: Dominancia relativa de la especie i

F%i: Frecuencia relativa de la especie i

La frecuencia relativa proporciona una idea de la distribución espacial de la especie, sobre la base de la presencia-ausencia en las parcelas muestreadas. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$F\% i: (F_{ai} / \sum F_a)$$

Donde:

F_a i: Frecuencia absoluta de la especie i

$\sum F_a$: sumatoria de frecuencias absolutas de todas las especies de la muestra

La dominancia relativa se expresa como porcentaje de la sumatoria de las áreas basales de cada especie, expresa el aporte de una especie al área basal de una comunidad y se utilizó la siguiente fórmula:

$$D\% i: (\sum AB_i) / (\sum AB)$$

Donde:

$\sum AB_i$: Dominancia relativa de la especie i

$\sum AB$: sumatoria absoluta de todas las especies de la muestra

La abundancia relativa se refiere al porcentaje de la suma de los volúmenes de todas las ocurrencias de una especie en particular respecto a la sumatoria de ocurrencia de todas las especies en la misma comunidad. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$A\% i: (\sum A_i) / (\sum A)$$

Donde:

A_i i: Abundancia relativa de la especie i

$\sum A_i$: Abundancia relativa de todas las especies

5.5. FASE DE INICIAL DE GABINETE

5.5.1. Consulta Documental

Se efectuó una investigación exhaustiva en tesis, páginas Web y libros que hagan énfasis en los sistemas agroforestales. Con la finalidad de conocer toda la información necesaria del tema.

Se tomó como punto de partida la información que proporcionó la Fundación Laguna Lachuá, para luego verificar la información de las asociaciones comunitarias donde se tuvo intervención con la siguiente investigación.

5.5.2. Base de datos de La Fundación Laguna Lachuá.

La Fundación Laguna Lachuá es una organización local de segundo nivel, y tiene como base a 6 asociaciones productivas y 2 consejos comunitarios de Desarrollo (COCODES) los cuales son organizaciones que impulsan el desarrollo de productos maderables y no maderables en las 53 comunidades que conforman la Eco Región Lachuá. Por lo que el área de trabajo de la presente investigación se encuentra dentro de las comunidades donde tiene intervención la Fundación, por tal razón se solicitó un espacio para realizar el presente trabajo.

5.6 FASE DE CAMPO

5.6.1. Variables desarrollados para el primer objetivo

Para el estrato alto, compuesto por el componente forestal como sombra permanente para el cultivo de cacao, se realizaron inventarios con parcelas temporales de 1,000 metros cuadrados distribuidos aleatoriamente dentro del estrato (comunidad). En los inventarios forestales se midieron y analizaron las siguientes variables de abundancia y frecuencia de las especies forestales representadas mediante perfiles vegetativos que se realizaron por comunidad.

No se tomaron en cuenta árboles que se encuentran dentro del sistema cuya función sea brindar sombra temporal. Los resultados fueron vaciados en una boleta para su interpretación:

Para el estrato medio, mediante la realización de las parcelas temporales se recopilaron las siguientes variables para el cultivo cacao: el distanciamiento promedio, mediante encuestas se recopilaron las siguientes variables: variedad del cacao, edad de la plantación y la producción promedio por hectárea se recopilaron con las organizaciones donde son asociados, obteniendo los siguientes resultados.

5.6.2. Variables analizadas para el segundo objetivo

Se tabularon los datos provenientes del inventario determinando el volumen maderable que contempla el componente forestal, logrando clasificar las especies en base a Índice de Valor de Importancia. Según Dávila (2010), el IVI es uno de los índices más utilizados en el análisis de los ecosistemas tropicales, para determinar la organización y distribución del bosque y efectuar un Manejo Forestal Sostenible, ésta información se procesó en un cuadro de Excel.

- Para el cultivo de cacao, se tabularon los datos provenientes de la encuesta dirigida a los productores que brindó información del promedio de producción en quintales que los productores han logrado comercializar en los últimos años tomando como punto de partida los archivos de comercialización de las organizaciones de donde se encuentran asociados.

5.6.3 Variables a medir para el tercer objetivo

Las encuestas que fueron dirigidas a los productores donde se establecieron las parcelas temporales proporcionaron información de las actividades que realizan en el manejo de los sistemas agroforestales determinando los costos de cada actividad realizada.

Para el componente forestal se analizó la información proveniente del inventario realizado determinando volúmenes por especie y clasificados por clases diametrales. Mediante el resultado de las encuestas se logró determinar usos de las especies forestales encontradas y como consiguiente se determinó unidad de medidas comercializadas. Los precios locales de cada especie forestal fueron obtenidos del levantamiento de encuestas.

En base al Índice de Valor de Importancia se determinaron que especies son las más adecuadas a aprovechar. Cabe mencionar que los aprovechamientos forestales dentro de un cacaotal van ligados a la renovación del cultivo agrícola (cacao) dependiendo del rendimiento de la producción, y para esta situación los cacaotales a caracterizar son plantaciones híbridas con menores rendimientos de producción en comparación con variedades del CATIE que ya han sido implementadas en la Eco Región, pero no fueron tomadas para la presente investigación debido a que aún no están en producción.

5.7 FASE FINAL DE GABINETE

5.7.1 Tabulación de datos

En la presente fase del estudio se procesó toda la información proveniente de las encuestas y resultados del levantamiento de parcelas dentro del sistema agroforestal, consolidando, ordenando e interpretando toda la información recabada según la metodología planteada en el ante proyecto, lo cual nos brindó información valiosa para el cumplimiento de los tres objetivos.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO CON ASOCIO DE ÁRBOLES FORESTALES

6.1.1 Perfil vegetativo de la comunidad de Faisán I.

Dentro de los sistemas agroforestales de cacao de la Eco Región Lachuá se encontraron dos estrados: Dentro del estrato medio se encuentran las plantaciones de *Theobroma Cacao* que fueron implementados en los años 2006 a 2007, los cuales no son de una variedad mejorada sino son Híbridos. El distanciamiento de los árboles de cacao son de 3.5x3.5 metros cuadrados.

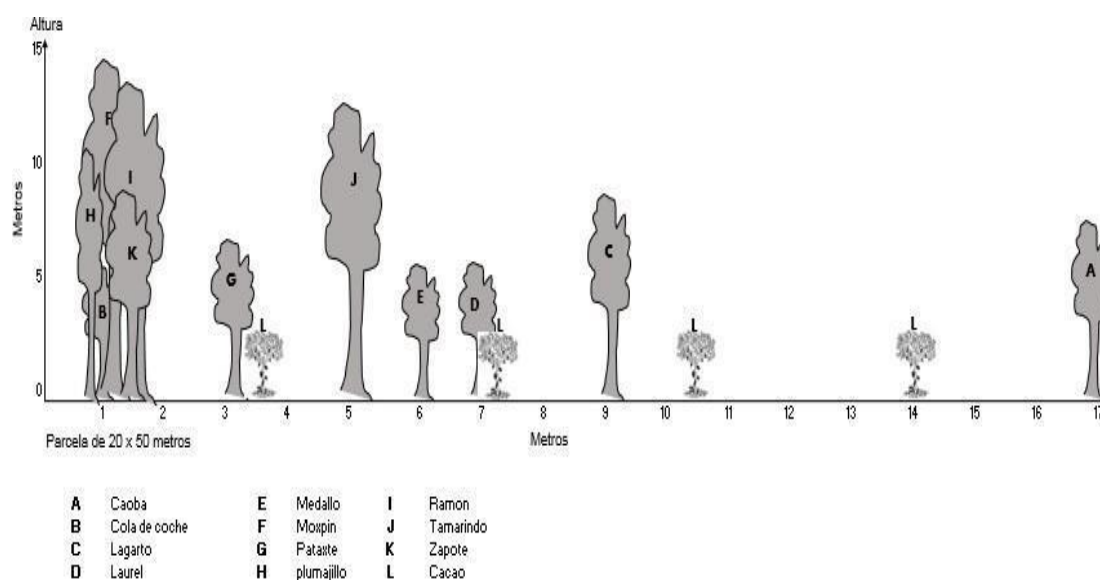


Figura 3: Perfil Vegetativo de los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales en la comunidad de Faisan I.

La Figura 3 muestra la composición vegetativa del sistema agroforestal de cacao en la comunidad de Faisán I, logrando determinar 11 especies forestales con características diferentes en cuanto a volumen, altura y forma de la copa inmersos dentro del cultivo de Cacao Híbrido con un distanciamiento promedio de 3.5 x 3.5 metros.

En la composición vertical del SAF evaluado en la comunidad de Faisán I, se identificaron dos estratos, siendo el estrato Medio compuesto por *Theobroma Cacao* y el estrato alto que corresponde al componente forestal. Las familias de especies encontradas fueron, *Moraceae*, *Leg. Mimosoideae*, *Leg. Caesalpinioideae*, *Leg. Faboideae*, *Boraginaceae*, *Rutaceae*, *Meliaceae*, *Leg. Caesalpinioideae*. En anexo 1 se detallan las especies forestales.

Los datos de altura y la distancia horizontal es la representación gráfica a escala de una parcela de 1,000 m² obtenida de los promedios de altura y distancia horizontal del total de 5 parcelas muestrales establecidos en todo el sistema agroforestal de la comunidad. Ver anexo 1 donde se presentan las especies detalladamente.

6.1.2 Perfil Vegetativo de la comunidad de Salacuim.

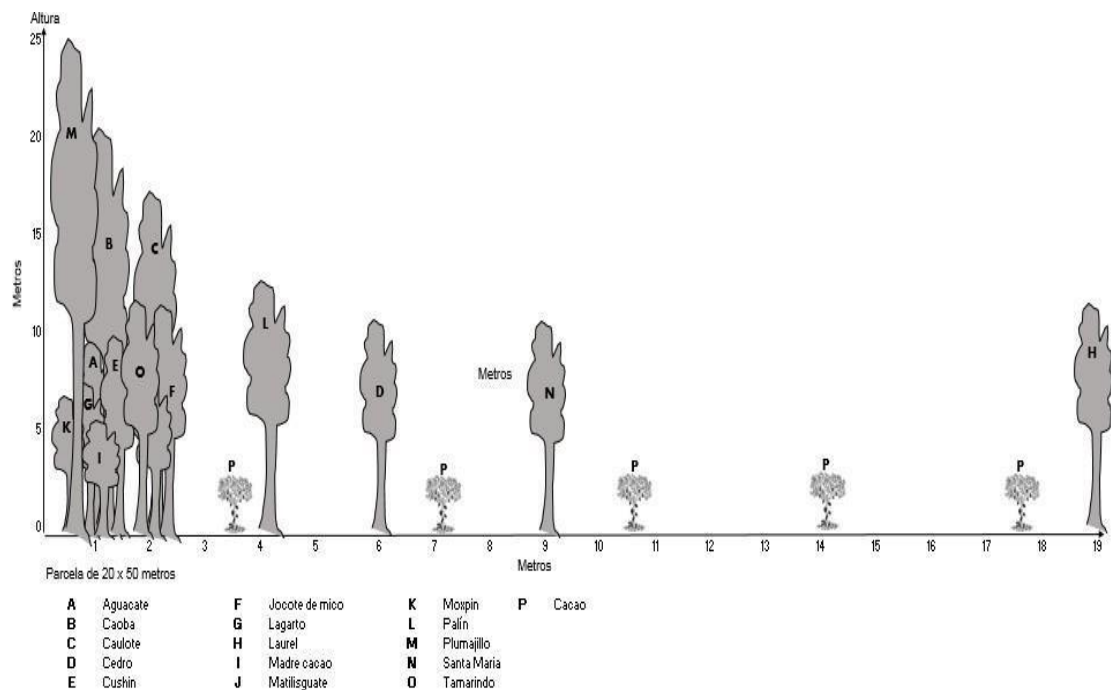


Figura 4: Perfil Vegetativo de los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales en la comunidad de Salacuim.

La Figura 4 muestra la composición vegetativa del sistema agroforestal de cacao en la comunidad de Salacuim, logrando determinar 11 especies forestales con características diferentes en cuanto a volumen, altura y forma de la copa inmersos dentro del cultivo de Cacao Híbrido con un distanciamiento promedio de 3.5 x 3.5 metros.

En la comunidad se identificaron las siguientes familias a las que pertenecen las especies forestales siendo; *Rutaceae*, *Lauraceae*, *Leg. Mimosoideae*, *Meliaceae*, *Bignoniaceae*, *Leg. Caesalpinioideae*, *Sterculiaceae*, *Leg. Clusiaceae*, *Meliaceae*, *Boraginaceae*. En Anexo 2 se detallan las especies forestales.

6.1.3 Perfil Vegetativo de la comunidad de Rocaj Pomtila

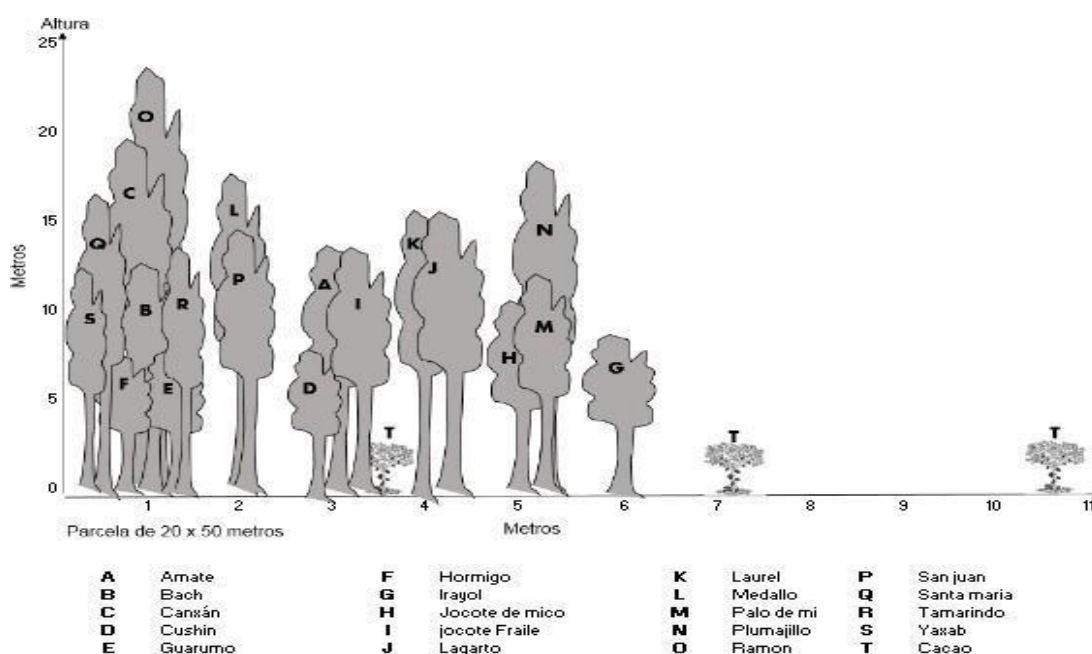


Figura 5: Perfil Vegetativo de los sistemas agroforestales de cacao con asocio de árboles forestales en la comunidad de Rocaj Pomtila.

La Figura 5 muestra la composición vegetativa del sistema agroforestal de cacao en la comunidad de Faisán I, logrando determinar 11 especies

forestales con características diferentes en cuanto a volumen, altura y forma de la copa inmersos dentro del cultivo de Cacao Híbrido con un distanciamiento promedio de 3.5 x 3.5 metros.

Algunas de las familias encontradas son: *Vochysiaceae*, *Anacardiaceae*, *Boraginaceae*, *Brosimum alicastrum*, *Schizolobium parahyba*, *Meliaceae*. En anexo 3 encontrará detalladamente las especies forestales; en comparación con otras zonas de Guatemala, según Leal, N. (2018) en su investigación de la caracterización agroforestal en sistemas productivos de cacao en la aldea de saquija, municipio de santa maría cahabon determino que las especies *Gliricidia Sepium* (Madre cacao) 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 de Santa Maria Cahabon.

6.2. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN VERTICAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL, ENFOCADO EN EL CULTIVO AGRÍCOLA Y FORESTAL

6.2.1. Cultivo de cacao

En el cuadro 1 se presentan los resultados de producción de cacao en baba (verde) por comunidad. Los siguientes datos fueron proporcionados por las asociaciones de base de cada comunidad.

Cuadro 1: Análisis de producción de cacao 2015-2016.

Comunidad	Cosecha (qq)	Hectáreas	Promedio producción (qq)
Salacuim	229.99	19.6	11.73
Faisán I	179.5	11	16.32
Rocaj	297.68	21.2	14.04

Pomtila			
Total	707.17	51.8	13.65

Investigación propia, 2015.

El cuadro 1, muestra promedio de producción por comunidad siendo Faisán I con el promedio de producción más alto en la Eco Región Lachuá. A nivel de Eco Región se obtuvo un promedio de producción por hectárea de 13.65 quintales de cacao en baba en plantaciones de 11 a 12 años y con variedad Híbrida (No injertadas). En comparación con los resultados obtenidos en la investigación de Díaz A. (2009) sobre el fortalecimiento de la cadena productiva de cacao con énfasis en la determinación de la presencia de la enfermedad moniliasis presenta un cuadro sobre la producción de cacao en Centro América y Belice detallando un promedio de producción por hectárea para Guatemala de 11.42 quintales.

6.2.2. Componente Forestal

En el figura 6 se presentan las especies encontradas en el inventario forestal realizado en la comunidad de Faisán I, las cuales son clasificadas en base al índice de valor de importancia. En Anexos 4 se encuentra el cuadro de la clasificación de especies por clase diametrales. Y en anexo 7 se clasifican las especies por clases diametrales

El índice de valor de importancia se obtuvo de la sumatoria de resultados de frecuencia, abundancia y dominancia. El valor del IVI revela que especies posee alta sensibilidad de adaptabilidad a un tipo de bosque, a tal punto que puede determinar las especies que son representativas de un bosque y aquellas que son solo "acompañantes" o poco importantes.

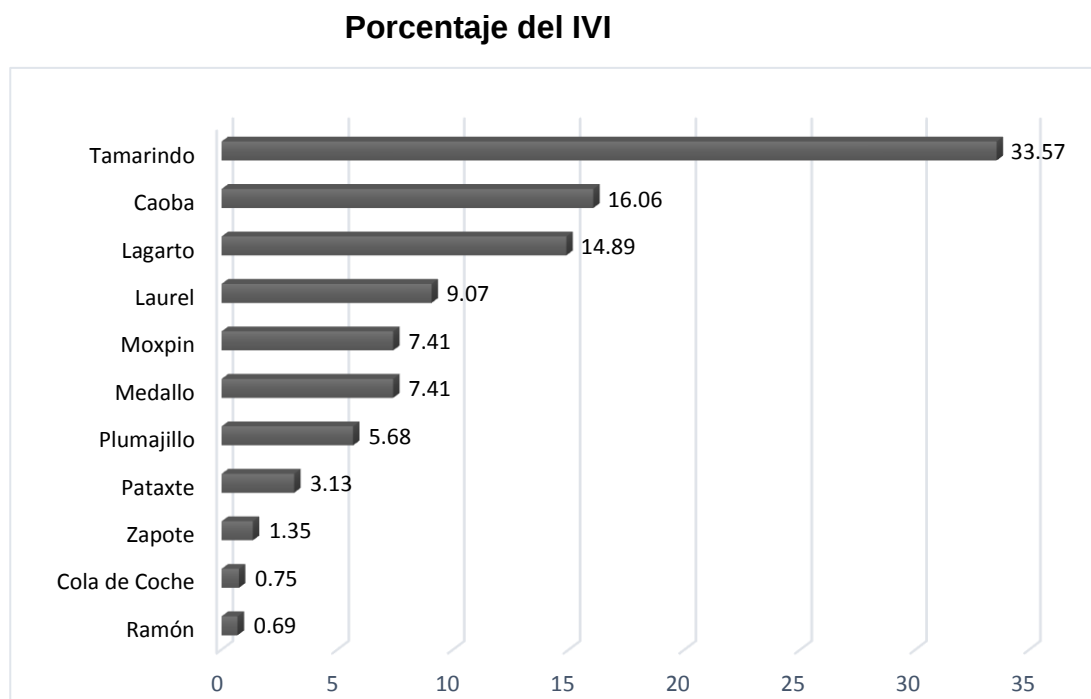


Figura 6: Clasificación de especies forestales en base al IVI comunidad de faisán I

Según la figura 6 la especie de Tamarindo es la que tiene mayor porcentaje de índice de valor de importancia con 33.57 %, seguido de la especie Caoba con 16.06 %, Lagarto con 14.89 %. La especie Ramón es la que posee el menor de valor con 0.69

% de IVI. En Anexo 4 se encuentran los resultados del índice de valor de importancia de la comunidad de Faisán I.

En el figura 7 se clasifican las especies forestales encontradas en la comunidad de Rocaj Pomtila en base al índice de valor de importancia, se presenta el volumen y área basal por especie.

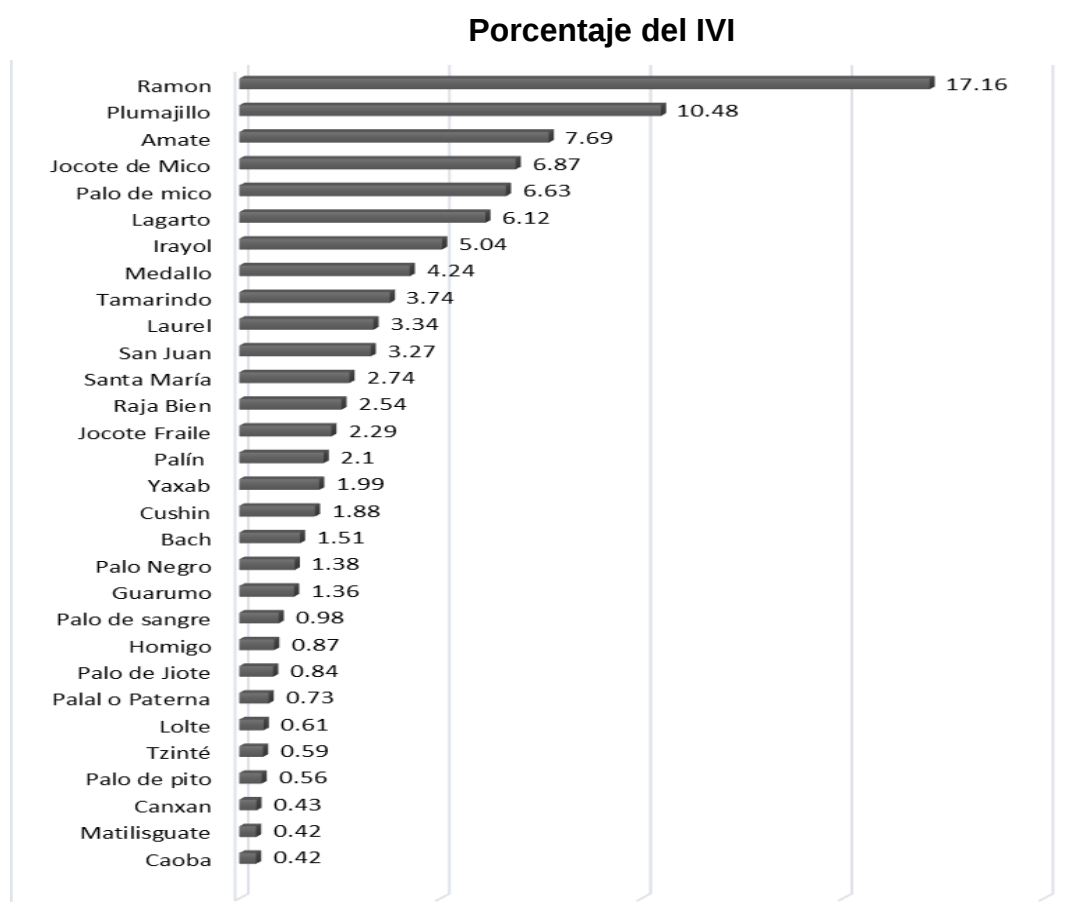


Figura 7: Clasificación de especies forestales en base al IVI comunidad de Rocaj Pomtila

Según la figura 7, la especie de Ramón es la que posee el valor más alto con 17.16 % de Índice de valor de importancia, seguido de la especie Plumajillo con 10.48 %, y la especie de Amate con 7.69 %. Las especies con menor porcentaje son Olajtz, Caoba, Matilisguate, Canxán, Palo de Pito, Tzinté, Lolté, Paterna y Majava y se encuentra con un porcentaje que va de 0.39 % a 0.8 %.

En anexo 5 se detallan las variables de área basal, Volumen, Frecuencia, abundancia y abundancia por hectárea de la comunidad de Rocaj Pomtila. En anexo 9 encontrará las especies por clases diametrales.

En la figura 8 se presentan las especies encontradas en el inventario forestal realizado en la comunidad de Salacuim, las cuales son clasificadas en base al índice de valor de importancia.

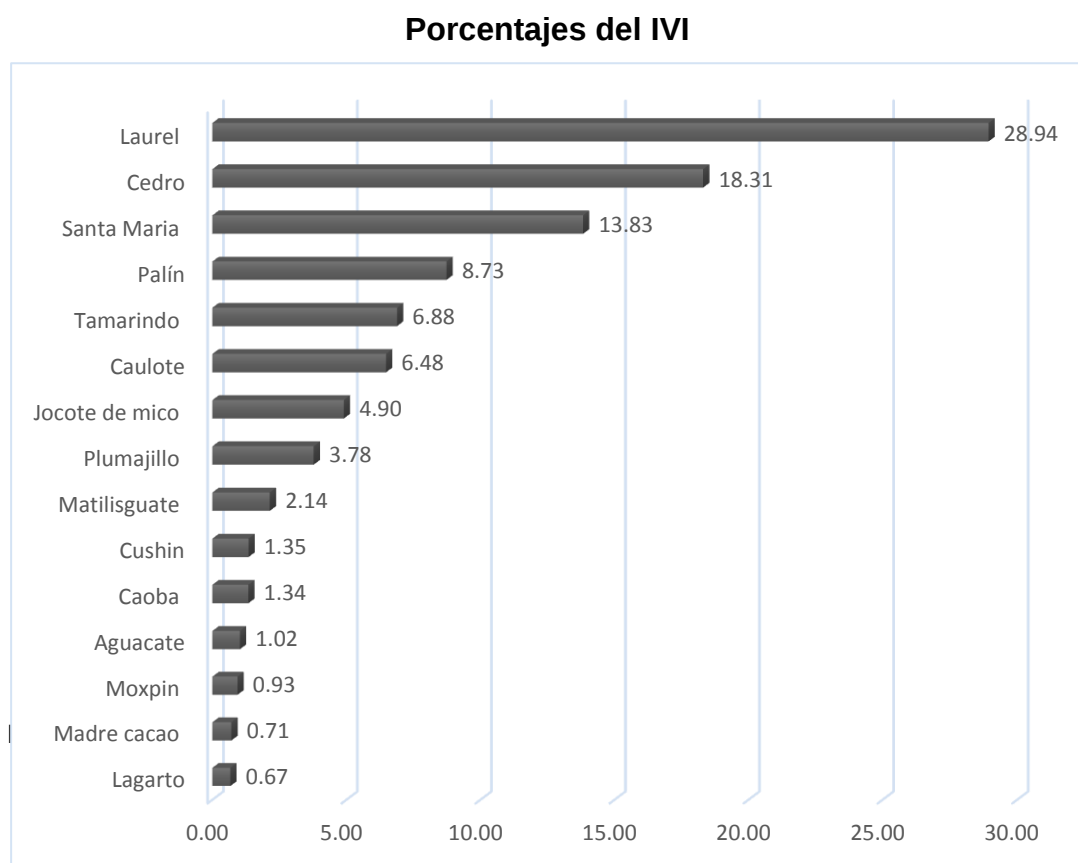


Figura 8: Clasificación de especies forestales en base al IVI comunidad de Salacuim.

Según la figura 8, la especie con el mayor porcentaje del Índice de valor de importancia es Laurel con 28.94 %, seguido de la especie Cedro con 18.31 % y Santa María con 13.88 % de IVI. Las especies con el menor porcentaje son Lagarto, Madre Cacao y Moxpin que poseen un valor que va de 0.67 % a 0.93 % de IVI, en comparación con el estudio realizado en Sistemas agroforestales de Café en el municipio de Rabinal según investigación de Leal J. (2,008) muestra que las especies con mayor porcentaje de IVI son *Diphysa americana* (Guachipilin) y *Erythrina guatemalensis* (Palo de pito) con porcentajes de 34.7% y 13.27 respectivamente.

En Anexo 6 donde se encuentran los resultados del índice de valor de importancia de la comunidad de Salacuim, En anexo 8 encontrará las clases diametrales de cada especie.

Dentro de los resultados del inventario y en respuesta del objetivo en identificar y cuantificar la composición de los sistemas agroforestales verticalmente se extrapolaron los resultados obtenidos al total de hectáreas de la comunidad (ver anexo 6).

6.3. Análisis de los beneficios económicos que brinda cada sistema agroforestal caracterizado

6.3.1. Costos de manejo del Sistema Agroforestal anualmente

En el cuadro 2 se muestra las actividades y los costos de mantenimiento de las fincas cacaoteras que los productores entrevistados respondieron al momento de levantar la encuesta en campo. Los resultados presentados se obtuvieron de la sumatoria de jornales de trabajo que las cacaoteros realizan por actividad de manera anual, siendo el valor del jornal promedio de Q 50.⁰⁰. El promedio de costos por el mantenimiento de una Hectárea de cacao fue el resultado de la sumatoria de los costos por actividad entre el número de hectáreas que representaron las 15 personas entrevistadas siendo 17.17 hectáreas.

Cuadro 2: Costo Anual de Mantenimiento por hectárea de SAF.

ACTIVIDAD		COSTO TOTAL
EGRESOS/ HECTÁREA		
CACAO		
Preparación del terreno	Q	-
Compra de plantas	Q	-
Siembra de cacao	Q	-

Limpia Carrileos	Q	-
Limpia Total	Q	559.11
Podas Formación	Q	-
Control de Plagas y Enfermedades	Q	29.12
Poda Fuerte	Q	171.81
Poda Mantenimiento	Q	416.42
Isumos (Tijera de poda, Machete, costales)	Q	165.00
COMPONENTE FORESTAL	Q	
Manejo forestal (Raleos, Podas)		23.30
Siembra de árboles maderables	Q	-
Control de Plagas y Enfermedades	Q	-
TOTAL EGRESOS/HECTÁREA	Q	1,364.77
INGRESOS/HECTÁREA		
PRODUCTOS DEL SAF		
Cacao en baba/Hectárea	Q	4,668.96
Forestal (Madera y leña)	Q	1,023.59
TOTAL INGRESOS/HECTÁREA	Q	5,692.55
Flujo de Efectivo	Q	4,327.78
Relación Beneficio Costo	Q	4.17

Investigación propia, 2015.

Es importante mencionar que los costos que se mencionan en el cuadro anterior hacen referencia a las actividades que los cacaoteros realizan anualmente.

Es evidente que el cultivo del cacao representa el porcentaje mayor con el 98% de los costos de mano de obra que realiza un cacaotero, a diferencia del componente forestal que representa el 2% de los costos totales de mano de obra de los sistemas agroforestales.

En el estrato alto (Forestal) los cacaoteros indicaron que les representa un bajo costo el control de la sombra que no es significativo, pero que es necesario controlar la sombra del cultivo de cacao regularmente.

Se obtuvo un promedio de Q 1,374.77 de costos por el mantenimiento de una hectárea de cacao en la Eco Región Lachuá anualmente, basado en las actividades que los productores hicieron mención al momento de la entrevista.

El resultado de la relación beneficio fue de 4.17 lo que significa que por cada Quetzal invertido existe un buen margen de ganancia dentro de cada sistema agroforestal.

En cuanto al manejo de estrato alto (Forestal) el 40% respondieron que no realizan ninguna actividad. El 60% realiza raleos tipo entresaca y podas a latizales. Ningún productor realiza control de plagas y enfermedades indicando que no han identificado ningún daño en los árboles que se encuentran de los SAF y por desconocimiento a plagas y enfermedades forestales por tanto no le genera mano de obra.

6.3.2. Beneficios económicos del SAF

La presente investigación únicamente evaluó precios de venta de cacao en baba (Fresco). El precio promedio de comercialización en la Eco Región Lachuá de 1 quintal de cacao en baba es de Q 342.00 Los precios varía dependiente de la comunidad y del mercado al que comercialicen, en la comunidad de Faisán I se encuentra a Q 400.00 el quintal, en la comunidad de Rocaj Pomtila el quintal de cacao en baba se encuentra a Q 325.00 y en la comunidad de Salacuim el precio es de Q 300.00

Es fundamental hacer mención que los precios fueron brindados por productores y representantes de las organizaciones haciendo referencia al año 2015 donde se inició la presente investigación.

En la Figura 9 se muestran los porcentajes de los destino del cacao en baba que cada productor hizo mención durante la entrevista.



Figura 9: Canales de distribución del cacao en la Eco Región Lachuá, Cobán.

El 97% del cacao en baba cosechado por los productores es vendido a la organización de base que se encuentra en cada comunidad intervenida. El 2% del total de cacao cosechado es comercializado en otra ruta de comercialización no brindaron mayor información. El 1% del cacao es utilizado para consumo familiar en forma de chocolates artesanales o para bebidas.

El promedio de producción de cacao en baba por hectárea En la Eco Región Lachuá es de 13.65 quintales, lo que brinda un ingreso promedio de Q. 4,668.96 por hectárea a cada productor en la Eco Región Lachuá. La metodología empleada para obtener el presente resultado fue:

$$\text{Ingresos} = \frac{\text{Sumatoria de producción total} \times \text{precio promedio por quintal}}{\text{Total de hectáreas evaluadas}}$$

Los ingresos totales por hectárea del componente forestal son de Q 1,023.59. Es importante hacer mención que estas cifras fueron calculadas como ingresos aunque los productores no lo catalogan como tal, ya que son productos utilizados para construcción de viviendas, cercos, y por consumo de leña.

El 83% corresponde a la extracción de madera y el 17% corresponde al consumo de leña.

La toma de datos de ingresos económicos del componente forestal es compleja, ya que los productores realizan extracciones de productos forestales en pequeñas cantidades y de madera informal. Es claro que el principal cultivo de los sistemas agroforestales de la Eco Región Lachuá es *Theobroma cacao*, lo que brinda mayor retribución económica al SAF, quedando de forma secundaria el componente forestal desde el punto de vista económico, únicamente es visto como sombra necesaria que beneficia al cultivo del cacao. De esta manera se logra mantener una diversidad ecológica dentro de los SAF.

6.3.3. Usos de especies maderables

En el cuadro 3 se presentan las especies forestales que mayor utilizan los cacaoteros, y que son extraídos de manera ocasionalmente de los sistemas agroforestales de cacao en la Eco Región Lachuá.

Cuadro 3: Clasificación de especies forestales en base al uso común, según las personas entrevistadas.

Especie Forestal	Usos comunes	Unidad de Medida	Precios Unidad de Medida	% de Uso
Cola de				
Coche	Construcción	Pie Tablar	3.5	5%
Hormigo	Construcción	Pie Tablar	4	5%
Irayol	Construcción	Pie Tablar	3.5	5%
Laurel	Construcción	Pie Tablar	4	5%
Medallo	Construcción	Pie Tablar	4	11%
Olaj tzo	Construcción	Pie Tablar	3.5	11%
Plumajillo	Construcción	Pie Tablar	2.5	11%
Santa				
María	Construcción	Pie Tablar	4	5%
Raja Bien	Leña	Metros Esteros	50	5%
Ramon	Leña	Metros Esteros	50	5%
Tamarindo	Leña	Metros Esteros	50	16%
Kopech'e	Leña	Metros Esteros	40	5%
Moxpin	Leña	Metros Esteros	50	5%
Palín	Leña	Metros Esteros	50	5%

Según el cuadro 3, la especie más utilizada es *Tamarindus indica* con un porcentaje del 16% lo cual es utilizado para consumo de leña y para delimitar perímetros terrenales como postes. Seguido por la especie *Vatairea* con un porcentaje de 11 % que es utilizada para construcción de casas. Las especies menos utilizadas son Palín, Moxpin, Kopeché, *Brosimum alicastrum*, *Rondeletia ssp*, *Calophyllum Brasiliense*, *Cordia Alliodora*, *Blepharidium guatemalense*, *Platymiscium dimorphandrum* y *Cojoba arborea* con un 5 % de porcentaje de uso.

7. CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales de la Eco Región Lachuá están compuestos por el cultivo de Theobroma Cacao Híbrido con una edad promedio de 11 años inmersos en un bosque socoleado. Para el componente forestal en la Eco Región Lachuá se encontraron 40 especies forestales y destacan las que poseen características sobresalientes de su composición florística como el Tamarindo y Ramón que poseen abundancia alta, dominancia alta y frecuencia baja lo que indica que éstas especies tienden a aglomerarse en grupos pequeños y distanciados y es característicos de especies que alcanzan grandes dimensiones, las características de la especie Laurel son frecuencia alta, abundancia alta y dominancia alta, indicando ser la especie que preside la comunidad forestal.

En la Eco Región Lachuá en el año 2015-2016 se cosecharon 707.17 quintales de cacao en baba en 51.8 hectáreas de sistemas agroforestales, lo que hace un promedio de producción anual por hectárea de cacao en baba de 13.63 quintales. Utilizando el índice de valor de importancia en la clasificación de especies forestales dentro de los sistemas agroforestales en la Eco Región sobresalen las especies como el Tamarindo con 33.57 %, Ramón con 17.16 %, Laurel con 29.02 % en base al índice de Valor de Importancia. El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes que contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema según Campo, A; Soledad, V. (2013)

El cultivo del cacao es la principal fuente de ingresos de los productores con un ingreso promedio de Q. 4668.96 por hectárea, quedando de forma secundaria el componente forestal; desde el punto de vista económico, únicamente es visto como sombra necesaria, que beneficia al cultivo del cacao. Los productores utilizan mayormente las especies de Tamarindo, Medallo y Plumajillo para construcción de casas y obtención de leña de uso propio y no así para venta.

El inventario forestal proporcionó datos que indican que el bosque socoleado que se encuentra como sombra permanente en los sistemas agroforestales de la Eco Región Lachuá es un bosque joven, ya que la mayor cantidad de árboles se encuentran en las clases diametrales 10-35 cm. Muy pocos árboles se encontraron por arriba de 40 cm de clase diametral, mayoritariamente son especies de bajo valor económico o con poco potencial de comercialización.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un plan de trabajo por comunidad al iniciar la renovación de las plantaciones de cacao e iniciar el proceso de selección de especies forestales para disminuir la sombra y lograr obtener ingresos del componente forestal. Las especies deberán ser seleccionadas en base al índice de valor de importancia, para su aprovechamiento, con la finalidad de mantener un buen ecosistema dentro de los Sistemas agroforestales en la Eco Región Lachuá.

Incentivar a los productores de cacao a plantar árboles forestales enfocados en las necesidades prioritarias, tanto para el consumo de leña, como para comercializar, siendo el Instituto Nacional de Bosques –INAB- el ente rector que deberá recomendar las especies potenciales

Al realizar la renovación de las plantaciones de cacao, será necesario disminuir la cantidad de sombra, por lo que se recomienda el tratamiento silvícola de corta selectiva de especies forestales maduras, tomando como base el Índice de valor de importancia de la presenta investigación.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar boletas de campo para determinar la cantidad de extracción de madera y leña en un determinado período, con la finalidad de obtener resultaos concretos del aprovechamiento del componente forestal

.Diversificar en los sistemas agroforestales árboles frutales, plátanos, gandul, entre otros, para aumentar los ingresos en los SAF.

Evaluar el ingreso de los sistemas agroforestales a los incentivos que manejan el Instituto Nacional de Bosques -INAB-.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFE. (2004). *Cultivo de Cacao*. Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera. Guatemala.
- Andrade, N. P. (2009). *Manual del cultivo del cacao para la Amazonía Ecuatoriana*. Manual No. 76. Instituto Nacional Autónoma de Investigaciones Agropecuarias Quito Ecuador.
- Campo, A. y Soledad, V. (2013). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural*. Parque Nacional Lihué Calel. Argentina. Pag. 32
- Beer J., Ibrahim, M., Somarriba, E., Barrance, A. y Leakey R. (2004). *Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales*. Capítulo 6. Árboles de Centroamérica. OFI-CATIE. Costa Rica. 46 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2007). *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas*. Tercera Edición. Zapopan, Jalisco, México. 298 p.
- Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. (2012). *El cultivo del cacao*. Paquete tecnológico. Medellín, Colombia.
- Dávila, J. (2010). *Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales*. *Revista Forestal Venezolana*. Volumen 54. 77-88 p.
- Díaz, Alex (2009). *Fortalecimiento de la cadena productiva de cacao con énfasis en la determinación de la presencia de enfermedades de Monilliasis, Santa María Cahabon, Alta Verapaz*. Guatemala. p 23

Dubón, A., y Sánchez, J. (2011). *Manual de producción de cacao*. La Lima, Cortés, Honduras.

Enríquez, G. (2004). *Cacao orgánico: Guía para promotores ecuatorianos*. Quito, Ecuador.

Figueroa E. P. (2009). *Sistemas Agroforestales*. Huehuetán, Chiapas, México. 67-68 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales Informe Principal No. 163*. Roma, Italia. 346 p.

FUNDALACHUA (Fundación Laguna Lachuá). (2009). *Plan Estratégico 2009-2013*. Salacuim, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.

García, M. (2002). *Estructura y Composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, entre las comunidades Santa Lucia Lachúa y Rio Tzetoc, Cobán, A.V.* Informe Final EDC. Escuela de Biología. USAC. Guatemala.

Instituto colombiano Agropecuario. (2012). *Manejo Fitosanitario del cultivo del cacao*. Medidas para la temporada invernal. Colombia.

Jiménez F. y Muschler R. (2001). *Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE/GTZ. Pp. 124.

Leal, J.J (2017). *Caracterización del sistema agroforestal café-especial arbóreo, en los municipios de Cubulco, Granados, Rabinal, Salamá y San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz*. Guatemala.

- Juárez, H; Galvez, J. y Estrada, R. (2002). *Diseño de un Sistema de Seguimiento y Evaluación y la Obtención de la Línea Basal*. Laguna Lachúa. 69 p.
- Leal, N (2018). *Caracterización agroforestal en sistemas productivos de cacao en la aldea de Saquija, municipio de Santa María Cahabon, departamento De Alta Verapaz, Guatemala*. Guatemala.
- López T. G. (2007). *Sistemas agroforestales 8*. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.
- Méndez, C., Dávila, V., Garnica, R. y López, J. (2008). *Análisis espacial de la Dinámica Vegetal para el Monitoreo de la Vegetación en la Eco-Región Lachuá*. Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco región Lachuá-PIMEL. Universidad de San Carlos de Guatemala. *Guatemala*.
- Montagnini, F. y Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. y Eibl, B. (2015). *Sistemas Agroforestales. Funciones Productiva, Socioeconómica y Ambiental*. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p.
- Musálem S. M. A. (2001). *Sistemas agrosilvopastoriles*. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p.
- Navarro Prado, M., y Mendoza Alonso, I. (2006). *Cultivo del cacao en sistemas agroforestales: Guía técnica para promotores*. Río San Juan, Nicaragua.
- Perfil Ambiental de Guatemala (2010-2012). *Dinámicas en torno a los agro-ecosistemas en Guatemala*. 209 p.
- Porcile M. J. F. (2007). *Cortinas rompe vientos para cultivos cítricos*. Cartillas de orientación. "Bosques De Servicio Para La Actividad Agropecuaria". Manejo y protección.

Quero L. (2008). *Estrategias Competitivas: Factor Clave para el Desarrollo*. Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales. 10(4): 36-49 p.

OTZEN, T. & MANTEROLA C, (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Int. J. Morphol., 227-232 p.

Ramírez R. W. (2005). *Manejo de Sistemas Agroforestales*. Santo Domingo de Los Colorados, Ecuador. 11 p.

RIVAS T. D. 2005. *Sistemas Agroforestales 1*. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 8 p. Disponible en: <http://www.rivasdaniel.com/AGROFORESTERIA.pdf>

Sotomayor, G. A. y Aracena, L. D. (2005). *Cortinas Forestales Cortavientos y de Protección. Red Agroforestal Nacional*. Cartilla Agroforestal N° 5: Chile. 4 p.

UICN (Unión Internacional Para La Conservación de la Naturaleza). (2014). *Proyecto de Cacao*. Guatemala.

10. ANEXOS

ANEXO A. Clasificación de especies forestales encontradas en los SAF de la comunidad de Faisán I

Nombre Común	Nombre Científico	Familias	Clasificación de Especies
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	Maderas Secundarias
Cola de Coche	<i>Cojoba Arborea</i>	Leg. Mimosoideae	Maderas Secundarias
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>		Maderas Secundarias
Pataxte	<i>Theobroma bicolor</i>		Maderas Secundarias
Plumajillo	<i>Schizolobium parahyba</i>	Leg. Caesalpinioideae	Maderas Secundarias
Medallo	<i>Vatairea lundellii</i>	Leg. Faboideae	Maderas Secundarias
Moxpin			
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Maderas Semi Preciosas
Lagarto	<i>Zanthoxylum belizense</i>	Rutaceae	Maderas Secundarias
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	Madera Preciosa
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Leg. Caesalpinioideae	Maderas Secundarias

Anexo B. Clasificación de especies forestales encontrados en los SAF de la comunidad de Salacuim

Nombre	Nombre Científico	Familias	Clasificación de
Común			especies
Lagarto	<i>Zanthoxylum belizense</i>	Rutaceae	Maderas Secundarias
Madre cacao	<i>Gliricida Guatemalensis</i>		Maderas Secundarias
Moxpin			Maderas Secundarias
Aguacate	<i>Persea Americana</i>	Lauraceae	Maderas Secundarias
Cushin	<i>Inga spp.</i>	Leg.	Maderas secundarias
		Mimosoideae	
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	Mdera Preciosa
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Maderas Semi Preciosas
Jocote de mico			Maderas Secundarias
Plumajillo	<i>Schizolobium parahyba</i>	Leg.	
		Caesalpinioidea	
		e	
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Maderas Secundarias
Palín			
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Leg.	Maderas Secundarias
		Caesalpinioideae	
Santa Maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	Semi Preciosas
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Madera Preciosa
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Maderas Semi Preciosas

Anexo C. Clasificación de especies forestales encontrados en los SAF de la comunidad de Rocaj Pomtila

Nombre	Nombre Científico	Familias	Clasificación de especies
Común			
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	Madera Preciosa
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Maderas Semi Preciosas
Canxan	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	Maderas Secundarias
Palo de pito	<i>Erythrina berteroana</i>	Leg. Faboideae	Maderas Secundarias
Tzinté			
Lolte			
Palal o	<i>Inga laurina</i>		Maderas Secundarias
Paterna			
Palo de Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Maderas Secundarias
Homigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Leg. Papilionoideae	Maderas Secundarias
Palo de sangre	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Leg. Faboideae	MADERAS
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	SECUNDARIAS MADERAS SECUNDARIAS
Palo Negro	<i>Cordia globosa</i>		MADERAS SECUNDARIAS
Bach			
Cushin	<i>Inga spp.</i>	Leg. Mimosoideae	Maderas secundarias
Yaxab			
Palín			
Jocote	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Anacardiaceae	Madera Secundarias
Fraile			
Raja Bien	<i>Rondeletia spp.</i>		
Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	Semi Preciosas
San Juan	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Vochysiaceae	Maderas Secundarias
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Maderas Semi Preciosas
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Leg. Caesalpinioideae	Maderas Secundarias
Medallo	<i>Vatairea lundellii</i>	Leg. Faboideae	Maderas Secundarias

Irayol	<i>Blepharidium</i>		
Lagarto	<i>guatemalense</i>	Rubiaceae	Maderas Secundarias
Palo de mico	<i>Zanthoxylum belizense</i>	Rutaceae	Maderas Secundarias
Jocote de Mico			
Amate	<i>Ficus cabusana</i>		Maderas secundarias
Plumajillo	<i>Schizolobium parahyba</i>	Leg.	
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Caesalpinioideae	
		Moraceae	<u>Maderas Secundarias</u>

Anexo 4: Índice de valor de importancia, comunidad de Faisán I.

Nombre Común	AB m ² (Ha)	Volum en m ³ (Ha)	Frecue ncia %	Abunda ncia %	Domina ncia %	Índice de Valor de Importancia %
Ramón	0.02	0.04	1.67	0.24	0.15	0.15
Cola de Coche	0.03	0.03	1.67	0.48	0.11	0.11
Zapote	0.09	0.32	1.67	1.33	1.04	1.04
Pataxte	0.18	0.55	5.00	2.59	1.80	1.80
Plumajillo	0.49	2.56	1.67	6.96	8.40	8.40
Medallo	0.40	1.48	11.67	5.69	4.87	4.87
Moxpin	0.71	3.22	1.67	10.01	10.55	10.55
Laurel	0.50	2.08	13.33	7.03	6.83	6.83
Lagarto	1.01	3.70	18.33	14.22	12.13	12.13
Caoba	0.66	1.70	33.33	9.25	5.59	5.59
Tamarindo	2.99	14.78	10.00	42.20	48.51	48.51
TOTAL	7.08	30.47	100.00	100.00	100.00	100.00

Anexo 5: Índice de valor de importancia, comunidad de Rocaj Pomtila.

Nom bre	Área	Volume	Frecuenc i	Abundanci	Dominanci	Índice de
Com ún	Basa I (Ha) m ²	n por especie m3 (Ha)	a %	a %	a %	Valor de Importanci a %
Caoba	0.02	0.07	0.94	0.17	0.13	0.13
Matilisgu ate	0.02	0.06	0.94	0.20	0.12	0.12
Canxan	0.02	0.07	0.94	0.22	0.13	0.13
Palo de pito	0.04	0.12	0.94	0.51	0.24	0.24
Tzinté	0.04	0.17	0.94	0.48	0.34	0.34
Lolte	0.04	0.21	0.94	0.46	0.43	0.43
Palal o	0.07	0.20	0.94	0.85	0.40	0.40
Paterna						
Palo de Jote	0.07	0.38	0.94	0.82	0.75	0.75
Homigo	0.03	0.19	1.89	0.34	0.39	0.39
Palo de sangre	0.09	0.48	0.94	1.03	0.95	0.95
Guarum o	0.14	0.33	1.89	1.54	0.66	0.66
Palo Negro	0.12	0.92	0.94	1.34	1.85	1.85
Bach	0.13	0.58	1.89	1.48	1.17	1.17
Cushin	0.11	0.30	3.77	1.27	0.60	0.60
Yaxab	0.20	0.93	1.89	2.22	1.86	1.86
Palín	0.18	1.65	0.94	2.06	3.30	3.30
Jocote Fraile	0.11	0.47	4.72	1.21	0.93	0.93
Raja Bien	0.37	1.22	0.94	4.25	2.43	2.43
Santa María	0.26	1.66	1.89	3.01	3.32	3.32
San Juan	0.32	1.69	2.83	3.60	3.38	3.38
Laurel	0.16	0.79	6.60	1.83	1.59	1.59
Tamarin do	0.39	2.43	1.89	4.46	4.87	4.87

Medallo	0.37	2.36	3.77	4.22	4.72	4.72
Irayol	0.20	0.79	11.32	2.22	1.59	1.59
Lagarto	0.49	2.63	7.55	5.53	5.27	5.27
Palo de mico	0.53	2.20	9.43	6.05	4.40	4.40
Jocote de Mico	0.57	2.33	9.43	6.51	4.67	4.67
Amate	0.85	3.89	5.66	9.62	7.79	7.79
Plumajillo	0.86	6.58	8.49	9.78	13.17	13.17
Ramón	1.90	13.99	1.89	21.59	27.99	27.99
TOTAL	8.81	49.97	100	100	100	100.00

Anexo 6: Índice de valor de importancia, comunidad de Salacuim.

Nombre Común	Volumen (Ha) m³	Area Basal (Ha) m²	Frecuencia Relativa %	Abundancia %	Dominancia %	Índice de Valor de Importancia %
Aguacate	0.79	0.04	1.18	1.02	0.88	1.02
Caoba	1.18	0.02	2.35	0.36	1.31	1.34
Caulote	6.65	0.31	4.71	7.31	7.41	6.48
Cedro	13.34	1.16	12.94	27.10	14.88	18.31
Cushin	1.03	0.07	1.18	1.72	1.15	1.35
Jocote de mico	4.61	0.26	3.53	6.03	5.15	4.90
Lagarto	0.59	0.01	1.18	0.17	0.66	0.67
Laurel	26.21	0.85	37.65	19.93	29.24	28.94
Madre cacao	0.61	0.01	1.18	0.27	0.68	0.71
Matilisquate	1.82	0.04	3.53	0.85	2.03	2.14
Moxpin	0.77	0.03	1.18	0.76	0.86	0.93
Palín	7.61	0.40	8.24	9.47	8.48	8.73
Plumajillo	5.25	0.18	1.18	4.30	5.85	3.78
Santa Maria	11.52	0.42	18.82	9.81	12.85	13.83
Tamarindo	7.68	0.47	1.18	10.91	8.57	6.88
Total	89.66	4.27	100	100	100	100

Anexo 7: Clases diametrales por especie de la comunidad extrapolados al total de hectáreas de los sistemas agroforestales, comunidad de Faisán I.

ESPECIES	1 Hectárea			11 Hectáreas		
	Frecuencia	AB m ²	Volumen m ³	Frecuencia	AB m ²	Volumen m ³
Caoba	26	0.35028	0.82169	286	3.85312	9.03858
	14	0.30473	0.88245	154	3.35207	9.70692
Cola de Coche	2	0.03368	0.03368	22	0.37045	0.37045
Lagarto	2	0.03081	0.07106	22	0.33894	0.78164
	8	0.18132	0.58616	88	1.99457	6.44780
	2	0.06317	0.29701	22	0.69485	3.26706
	2	0.10702	0.70270	22	1.17717	7.72974
Laurel	8	0.62436	2.03973	88	6.86800	22.43707
	4	0.06043	0.15932	44	0.66474	1.75255
	2	0.04471	0.24240	22	0.49177	2.66637
	10	0.39284	1.68033	110	4.32125	18.48368
Medallo	2	0.01630	0.04293	22	0.17927	0.47219
	4	0.07762	0.24964	44	0.85382	2.74599
	8	0.30892	1.19242	88	3.39811	13.11665
Moxpin	2	0.70857	3.21570	22	7.79429	35.37273
Pataxte	4	0.11652	0.36453	44	1.28169	4.00979
	2	0.06724	0.18511	22	0.73967	2.03617
Plumajillo	2	0.49300	2.55931	22	5.42297	28.15239
Ramón	2	0.01733	0.04493	22	0.19065	0.49425
Tamarindo	2	0.10702	0.35702	22	1.17717	3.92724
	2	0.20322	0.66780	22	2.23547	7.34576
	2	0.45456	1.47966	22	5.00018	16.27631
	2	0.61141	2.38131	22	6.72549	26.19436
Zapote	4	1.61224	9.89445	44	17.73459	108.83898
	2	0.09436	0.31615	22	1.03799	3.47766

Anexo 8: Clases diametrales por especie extrapolados al total de hectáreas de los sistemas agroforestales, comunidad de Salacuim.

ESPECIE S	Clases diametrales	1 Hectárea		19.6 Hectáreas			
		Frecue ncia	AB m ²	Volumen		Frecue ncia	Volumen
				m ³			m ³
Aguacate	20-24.9	1	0.04358	0.78603		19.6	0.85410
Caoba	10-14.9	2	0.01529	1.17688		39.2	0.29978
Caulote	25-29.9	2	0.10572	2.34294		39.2	2.07208
	30-34.9	1	0.08607	2.20793		19.6	1.68699
	35-39.9	1	0.12039	2.09698		19.6	2.35969
Cedro	15-19.9	1	0.02235	0.62102		19.6	0.43812
	20-24.9	1	0.03572	0.70055		19.6	0.70016
	25-29.9	2	0.13045	2.11560		39.2	2.55684
	35-39.9	2	0.20147	2.23035		39.2	3.94873
	40-44.9	4	0.56138	5.79820		78.4	11.00301
	50-54.9	1	0.20627	1.87727		19.6	4.04294
Cushin	30-34.9	1	0.07334	1.03099		19.6	1.43743
Jocote de mico	20-24.9	1	0.04125	0.87925		19.6	0.80856
	35-39.9	2	0.21620	3.73508		39.2	4.23759
Lagarto	10-14.9	1	0.00716	0.59146		19.6	0.14037
Laurel	10-14.9	15	0.19238	10.01451		294	3.77061
	15-19.9	8	0.17992	5.96168		156.8	3.52652
	20-24.9	4	0.14117	3.65178		78.4	2.76693
	25-29.9	4	0.20769	4.36186		78.4	4.07070
	40-44.9	1	0.13038	2.22414		19.6	2.55544
Madre cacao	10-14.9	1	0.01149	0.60799		19.6	0.22522
Matilisguate	10-14.9	3	0.03652	1.82276		58.8	0.71575
Moxpin	20-24.9	1	0.03259	0.77160		19.6	0.63886
Palín	10-14.9	1	0.00765	0.60305		19.6	0.14989
	15-19.9	2	0.04485	1.85811		39.2	0.87906
	25-29.9	2	0.12061	1.89601		39.2	2.36390
	30-34.9	1	0.09282	1.27318		19.6	1.81925
	40-44.9	1	0.13866	1.97643		19.6	2.71765
Plumajillo	45-49.9	1	0.18386	5.24593		19.6	3.60357
Santa Maria	10-14.9	3	0.03750	1.92254		58.8	0.73509
	15-19.9	8	0.19405	5.63750		156.8	3.80336
	20-24.9	5	0.18765	3.96064		98	3.67796
Tamarindo	mayor 75	1	0.46603641	7.68460		19.6	9.13431

Anexo 9: Clases diametrales por especie extrapolados al total de hectáreas de los sistemas agroforestales, comunidad de Rocaj Pomtila.

ESPECIES	1 Hectárea			21 hectárea			
	Clases diametrales	Frecuen cia	AB m ²	Volume n m ³	Frecuenci a	AB m ²	Volumen M ³
Amate	20-24.9	2	0.0859	0.45573	42	1.80565	9.57031
	25-29.9	1	0.0522	0.30924	21	1.09642	6.49407
	30-34.9	1	0.0748	0.19916	21	1.57236	4.18230
	55-59.9	1	0.2381	1.39046	21	5.00150	29.19963
	70-74.9	1	0.3957	1.53961	21	8.31033	32.33191
Bach	25-29.9	1	0.0535	0.28222	21	1.12366	5.92652
	30-34.9	1	0.0764	0.30192	21	1.60495	6.34023
Canxan	15-19.9	1	0.0191	0.06739	21	0.40124	1.41515
Caoba	10-14.9	1	0.0154	0.06739	21	0.32353	1.41515
Cushin	10-14.9	1	0.0168	0.04918	21	0.35361	1.03285
	15-19.9	1	0.0215	0.04737	21	0.45187	0.99485
	20-24.9	2	0.0736	0.20156	42	1.54579	4.23271
Guarumo	25-29.9	1	0.0496	0.32652	21	1.04295	6.85693
	30-34.9	1	0.0860	0.00567	21	1.80749	0.11907
Homigo	10-14.9	1	0.0103	0.07230	21	0.21658	1.51825
	15-19.9	1	0.0198	0.12134	21	0.41778	2.54820
Irayol	10-14.9	10	0.1158	0.46675	210	2.43316	9.80169
	15-19.9	2	0.0482	0.19821	42	1.01237	4.16232
Jocote de Mico	10-14.9	1	0.0108	0.03382	21	0.22878	0.71027
	15-19.9	1	0.0249	0.10240	21	0.52406	2.15047
	20-24.9	2	0.0829	0.30962	42	1.74098	6.50194
	25-29.9	5	0.3618	1.40147	105	7.59960	29.43093
	30-34.9	1	0.0928	0.48539	21	1.94920	10.19315
Jocote Fraile	10-14.9	3	0.0428	0.16571	63	0.89923	3.47988
	20-24.9	2	0.0641	0.30092	42	1.34776	6.31938
Lagarto	10-14.9	2	0.0232	0.09234	42	0.48797	1.93918
	20-24.9	3	0.1331	0.82100	63	2.79646	17.24106
	25-29.9	1	0.0659	0.19725	21	1.38386	4.14219
	30-34.9	1	0.1243	0.96961	21	2.61113	20.36181
	40-44.9	1	0.1407	0.55131	21	2.95605	11.57743
Laurel	10-14.9	3	0.0404	0.16479	63	0.84977	3.46066
	15-19.9	2	0.0451	0.23900	42	0.94719	5.01910
	20-24.9	2	0.0759	0.38982	42	1.59425	8.18625

Matilisguate	10-14.9	1	0.0175	0.06245	21	0.36915	1.31150
Medallo	15-19.9	2	0.0458	0.24600	42	0.96340	5.16603
	40-44.9	1	0.1559	1.01331	21	3.27540	21.27948
	45-49.9	1	0.1696	1.10153	21	3.56217	23.13209
Paterna	30-34.9	1	0.0748	0.19916	21	1.57236	4.18230
Palín	45-49.9	1	0.1814	1.64675	21	3.81033	34.58182
Palo de Jiote	30-34.9	1	0.0718	0.37685	21	1.50819	7.91387
Palo de mico	15-19.9	1	0.0258	0.12259	21	0.54295	2.57443
	20-24.9	4	0.1586	0.74627	84	3.33222	15.67161
	25-29.9	3	0.2020	0.84100	63	4.24365	17.66092
	30-34.9	2	0.1466	0.48716	42	3.08055	10.23039
Palo de pito	20-24.9	1	0.0447	0.12134	21	0.94001	2.54820
Palo de sangre	30-34.9	1	0.0911	0.47655	21	1.91327	10.00746
Palo Negro	35-39.9	1	0.1184	0.92390	21	2.48730	19.40182
Plumajillo	20-24.9	1	0.0435	0.34350	21	0.91511	7.21342
	25-29.9	1	0.0688	0.53925	21	1.44535	11.32415
	30-34.9	2	0.1772	1.38541	42	3.72209	29.09360
	35-39.9	4	0.4432	3.31333	84	9.30816	69.57991
	40-44.9	1	0.1283	1.00070	21	2.69535	21.01476
Raja Bien	65-69.9	1	0.3747	1.21610	21	7.86915	25.53801
Ramon	Mayor que 75	2	1.9018	13.9895	42	39.9391	293.7800
				3		7	8
San Juan	30-34.9	2	0.1822	1.07310	42	3.82687	22.53516
	40-44.9	1	0.1344	0.61385	21	2.82420	12.89089
Santa María	10-14.9	1	0.0127	0.02212	21	0.26738	0.46455
	55-59.9	1	0.2521	1.63455	21	5.29479	34.32552
Tamarindo	35-39.9	1	0.1203	0.31678	21	2.52824	6.65245
	55-59.9	1	0.2723	2.11708	21	5.71942	44.45876
Tzinté	20-24.9	1	0.0424	0.17005	21	0.89054	3.57102
Yaxab	20-24.9	1	0.0346	0.09525	21	0.72794	2.00019
	45-49.9	1	0.1604	0.83498	21	3.36965	17.53452