

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

MONITOREO DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL PARA  
BOSQUES NATURALES DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS; INAB REGIÓN II  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

**LUIS ENRIQUE CATALÁN IZAGUIRRE**  
CARNET 21080-04

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, FEBRERO DE 2016  
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

MONITOREO DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL PARA  
BOSQUES NATURALES DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS; INAB REGIÓN II  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

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

POR  
**LUIS ENRIQUE CATALÁN IZAGUIRRE**

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, FEBRERO DE 2016  
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, 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**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. PEDRO GABRIEL SILVESTRE DELGADO

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. CARLOS ERNESTO ARCHILA CARDONA

MGTR. EDWIN ESTUARDO VAIDES LÓPEZ

MGTR. MANUEL SABINO MOLLINEDO GARCÍA

Guatemala 11 de febrero de 2016

Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Luis Enrique Catalán Izaguirre, carné 21080-04, titulada: "Monitoreo de parcelas permanentes de medición forestal para bosques naturales de Coníferas y Latifoliadas; INAB Región II".

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

Atentamente,



Ing. For. Pedro Gabriel Silvestre Delgado  
Colegiado No. 4846  
Código URL: 21315



Universidad  
Rafael Landívar  
Traditio Viri Jesu in Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRICOLAS  
No. 06424-2016

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante LUIS ENRIQUE CATALÁN IZAGUIRRE, Carnet 21080-04 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. 064-2016 de fecha 23 de enero de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**MONITOREO DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL PARA  
BOSQUES NATURALES DE CONIFERAS Y LATIFOLIADAS; INAB REGIÓN II**

Previo a conferirsele 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 11 días del mes de febrero del año 2016.

  
\_\_\_\_\_  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRICOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## AGRADECIMIENTOS

**A:**

Dios, por darme la vida, salud, sabiduría y sobre todo sus bendiciones.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por permitirme formarme profesionalmente.

Ing. Ftal. Pedro Gabriel Silvestre Delgado, por sus valiosos aportes y asesoría en la presente investigación.

Todos los docentes por el tiempo y apoyo brindado durante el proceso de mi formación como profesional, en especial a Ing. Agr. Roberto Waldemar Moya Fernández, Ing. Agr. José Javier Córdova Méndez, Ing. Agr. Edwin Estuardo Vaides por su valiosa asesoría en el desarrollo del presente estudio.

Personal del Departamento de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Bosques –INAB-, Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala –CONESFORGUA- por permitirme desarrollar la práctica dentro del proyecto “Sistema de Información Sobre la Productividad de los Bosques de Guatemala” y a la Organización Internacional de las Maderas Tropicales –OIMT- por el apoyo financiero durante los meses de realizada la práctica.

Personal de INAB de la Subregión Forestal II-1 Tactic y las diferentes Subregiones de Cobán, Fray Bartolomé de las Casas, Salacuín, San Jerónimo y el Parque Nacional Laguna Lachúa por el apoyo y el espacio brindado durante el desarrollo del presente estudio en especial al Ing. Ftal. Fabio A. Rodríguez Castro

## **DEDICATORIA**

**A:**

**DIOS:** Por darme vida, por acompañarme en todo momento y ser testigo de sus infinitas bendiciones para mi y mi familia.

**MI PADRE Y MADRE:** Mario Pantaleón Catalán Choc (Q.E.D) y Gladis Estela Izaguirre, por darme su amor, sacrificio y por el apoyo que me han brindado, siendo ellos para mí un digno ejemplo a seguir. Que este logro sea una retribución por todos sus consejos y trabajos que han realizado.

**MI NOVIA:** Cindy Yesenia Ruiz Sucup por su amor, comprensión, apoyo, y sus sabios consejos siendo un pilar importante en la culminación de mi sueño.

**MIS HERMANOS:** Mario Ernesto, Carlos Antonio, Gladys María Alejandra, Edwin Rubén Estuardo, por todo su apoyo, cariño y los momentos que hemos pasado juntos.

**MI FAMILIA:** Abuelitos (Q.E.D), a mi Tío Rubén Ernesto Catalán Choc por ser mi apoyo en los momentos difíciles, a mis sobrinitas: Sheyla Paola y Dulce María Catalán Alvarado, por llenar de momento alegres mi vida y la de mi familia.

**MIS COMPAÑEROS:** De Promoción por su apoyo incondicional y los gratos momentos que compartimos juntos, formando parte de mi familia.

## INDICE GENERAL

Resumen	i
Summary	1
I. INTRODUCCION	2
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Revisión de Literatura	3
2.1.1 Instituto Nacional de Bosques -INAB-	3
2.1.2 Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala -CONESFORGUA-	3
2.1.3 Sistema de Información sobre la Productividad de los Bosques en Guatemala	5
2.1.4 Bosque natural de coníferas en Guatemala	5
2.1.5 Bosque natural latifoliado en Guatemala	5
2.1.6 Situación actual de las Parcelas Permanentes en Bosque Natural de Coníferas en Guatemala	6
2.1.7 Parcela Permanente de Medición Forestal (PPM)	6
2.1.8 Tipos de Parcelas	7
2.1.9 Forma y tamaño de las PPM en bosque latifoliado	7
2.1.10 Forma y tamaño de las PPM en Coníferas	8
2.1.11 Sistema MIRA-SILV	9
2.1.12 Importancia de las PPM	9
2.1.13 Edad de Rotación	10
2.1.14 Edad de los Árboles	10
2.1.15 Densidad Final	10
2.1.16 Crecimiento	11
2.1.17 Incremento	11
2.1.18 Variables Dasométricas	12
2.1.19 Monitoreo de PPM	12



2.2 Descripción de la actividad de la Institución _____	13
III. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA _____	14
3.1 Ubicación Geográfica y Política _____	14
3.1.1 Departamento de Alta Verapaz _____	15
3.1.2 Fisiografía _____	16
3.1.3 Cuencas Hidrográficas _____	16
3.1.4 Clima _____	17
3.1.5 Zonas de Vida _____	17
IV. OBJETIVOS _____	18
4.1 General _____	18
4.2 Específicos _____	18
V. PLAN DE TRABAJO _____	19
5.1 Metodología por objetivo específico _____	20
5.1.1 Objetivo 1. Monitoreo y rehabilitación de PPM _____	21
5.1.2 Objetivo 2. Recolección de variables dasométricas _____	21
5.1.3 Objetivo 3. Productividad de los bosques naturales de la Región. _____	23
VI. VARIABLES DE ESTUDIO _____	24
6.1 Variables de árbol _____	24
6.1.1 Diámetro _____	24
6.1.2 Altura total _____	24
6.1.3 Características Fenotípicas _____	25
6.4 Almacenamiento y digitalización _____	25
6.4.1 Confección del folder de la medición _____	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSION _____	27
7.1 Objetivo 1. Rehabilitación PPM en bosques naturales en la Región II, INAB _____	27
7.1.1 PPM Coníferas _____	27
7.1.2 PPM Latifoliadas _____	28

7.2	Objetivo 2. Colectar la información dasométrica proveniente de las parcelas permanentes de muestreo forestal.	30
7.2.1	Coníferas	30
7.2.2	Bosque latifoliado	34
7.3	Objetivo 3. Análisis de la productividad de los bosques naturales de Coníferas y Latifoliados en la Región II.	40
7.3.1	Bosque de Coníferas	40
7.3.2	Fenotipo del Bosque	41
7.3.3	Bosque Latifoliado	42
7.3.4	Discusión de resultados	43
7.4	Otros resultados del Ejercicio de Práctica Profesional Supervisada	48
7.4.1	Establecimiento de PPM	48
7.4.2	Remediación de PPM	49
7.4.3	Apoyo a otras Subregiones	49
7.4.4	Evaluación de la Regeneración Natural de Pino Candelillo ( <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore), en Alta y Baja Verapaz.	50
VIII.	CONCLUSIONES	52
IX.	RECOMENDACIONES	53
X.	BIBLIOGRAFIA	54
XI.	ANEXOS	60

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Áreas específicas de trabajo	19
Cuadro 2.	Rangos de DAP bosque de coníferas	31
Cuadro 3.	Rango de alturas bosque de coníferas	33
Cuadro 4.	Rangos de DAP bosque latifoliado	34
Cuadro 5.	Tabla resumen bosque latifoliado	36

Cuadro 6. Rangos de alturas bosque latifoliado _____	37
Cuadro 7. Resumen de variables evaluadas en bosque de coníferas _____	41
Cuadro 8. Resumen de variables evaluadas en bosque latifoliado _____	43
Cuadro 9. Cuadro comparativo bosque latifoliado _____	44
Cuadro 10. Resumen de los dos grupos más importantes para bosque latifoliado ____	46
Cuadro 11. Identificación de especies por grupo comercial _____	47
Cuadro 12. Resumen de apoyo a subregiones _____	49
Cuadro 13. Resultados de evaluación de la regeneración natural _____	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de PPM en bosques latifoliados _____	8
Figura 2. Diseño de PPM en bosque natural de coníferas _____	9
Figura 3. Mapa de la Región II _____	15
Figura 4. Mapa de ubicación de las PPM en la Región Forestal II. _____	20
Figura 5. Mapa de PPM evaluadas en la Región II. _____	29
Figura 6. Grafica de distribución diamétrica para coníferas _____	32
Figura 7. Grafica de distribución de alturas para coníferas _____	33
Figura 8. Recomendación de marca DAP _____	34
Figura 9. Distribución diamétrica para bosque latifoliado _____	35
Figura 10. Distribución de alturas para bosque latifoliado _____	38
Figura 11. Modelo de ecuación para estimar alturas _____	38
Figura 12. Estructura del bosque de coníferas y latifoliado _____	42
Figura 13. Aporte de volumen por grupo comercial _____	47

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Figura 14 Organigrama administrativo del Instituto Nacional de Bosques	61
Anexo 2. Figura 15 Formulario 0, Historial de la Parcela en Coníferas	62
Anexo 3. Figura 16 Formulario Descripción general de la parcela para Coníferas	63
Anexo 4. Figura 17 Formulario 2A, Localización de los árboles dentro de la parcela para Coníferas	64
Anexo 5. Figura 18 Formulario 2B Registro de las medidas básicas de los árboles para coníferas	65
Anexo 6. Figura 19 Formulario para la toma de datos de árboles de la parcela para bosques latifoliados	66
Anexo 7. Figura 20 Formulario para reclutas en parcelas de bosque latifoliado	67
Anexo 8. Figura 21 Tablas de resultados bosque coníferas	69
Anexo 9. Figura 22 Zonas de Vida de Guatemala, con base en las condiciones climáticas prevalecientes en el año 2000	70
Anexo 10. Figura 23 Mapa de Zonas de Vida de Guatemala, año 2000	71
Anexo 11. Cuadro 14 Listado de grupos comerciales bosque latifoliado	72
Anexo 12. Cuadro 15 Listado de especies encontradas en bosque de coníferas	73
Anexo 13. Figura 24 Medición de alturas bosque latifoliado Lachúa	74
Anexo 14. Figura 25 Mantenimiento de marcas permanentes bosque coníferas	74
Anexo 15. Figura 26 Reconstrucción del centro de la parcela de coníferas en Las Victorias	75
Anexo 16. Figura 27 Toma de alturas bosque de coníferas	75

## MONITOREO DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICION FORESTAL PARA BOSQUES NATURALES DE CONIFERAS Y LATIFOLIADAS; INAB REGIÓN II

### Resumen

La Sistematización de Práctica Profesional se realizó dentro del proyecto “Sistema de Información Sobre la Productividad de los Bosques de Guatemala”, en la Región Forestal II del Instituto Nacional de Bosques –INAB-, se apoyó al proyecto en el monitoreo y establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal –PPM- en plantaciones y bosque natural de coníferas y latifoliadas en el departamento de Alta Verapaz. El propósito de la práctica consistió en generar información sobre la productividad de los bosques naturales por medio del monitoreo del sistema de parcelas permanentes ubicadas en la Región forestal II del INAB. Durante el desarrollo de la práctica se monitorearon 5 parcelas en bosque natural de coníferas distribuidas en 3 áreas y 6 parcelas en bosque natural latifoliado que se encuentran en el Parque Nacional Laguna Lachua. Del análisis de la información se pudo obtener que para coníferas el área con mayor productividad es la Finca Rio Frio con  $465.6 \text{ m}^3/\text{ha}$  con un área basal de  $41.9 \text{ m}^2/\text{ha}$ , la finca de la Universidad Rafael Landívar con una productividad de  $389.5 \text{ m}^3/\text{ha}$  con un área basal de  $35.75 \text{ m}^2/\text{ha}$ , el Parque Nacional las Victorias presenta una productividad de  $368.7 \text{ m}^3/\text{ha}$  con un área basal de  $31.45 \text{ m}^2/\text{ha}$ . La productividad del Parque Nacional Laguna Lachua que tiene un bosque latifoliado, presenta  $427.46 \text{ m}^3/\text{ha}$  con un área basal de  $29.97 \text{ m}^2/\text{ha}$ , lo cual es superior a otras áreas con este tipo de bosque en cuanto a productividad y densidad.

## MONITORING OF FOREST MEASUREMENT PERMANENT PLOTS FOR NATURAL CONIFEROUS AND BROADLEAF FORESTS; INAB REGION II

### Summary

The Professional Practice Systematization was carried out within the “Productivity Information System of Guatemala’s Forest”, in Forest Region II of the *Instituto Nacional de Bosques –INAB-* [National Forest Institute]. The Project was based on the monitoring and establishment of forest measurement permanent plots [PPM, for its acronym in Spanish] in plantations and in conifer and broadleaf natural forest in the department of Alta Verapaz. The purpose of this practice was to generate information on the productivity of natural forests through the monitoring of the permanent plot system located in INAB’s Forest Region II. During the practice development, five plots were monitored in a conifer natural forest distributed in 3 areas and 6 plots in the broadleaf natural forest found in the Lachua Lake National Park. From the data analysis, it was determined that for the conifer forest the area with the highest productivity is Rio Frio farm, with 465.6 m<sup>3</sup>/ha and a basal area of 41.9 m<sup>2</sup>/ha; Universidad Rafael Landívar’s farm has a productivity of 389.5 m<sup>3</sup>/ha and a basal area of 35.75 m<sup>2</sup>/ha, and Las Victorias National Park a productivity of 368.7 m<sup>3</sup>/ha, with a basal area of 31.45 m<sup>2</sup>/ha. The productivity of the Lachua Lake National Park, which has a broadleaf forest, has 427.46 m<sup>3</sup>/ha with a basal area of 29.97 m<sup>2</sup>/ha, which showed higher productivity and density than other areas with this type of forest.

## I. INTRODUCCION

La silvicultura de bosques tanto naturales, como plantaciones forestales es una de las herramientas básicas para la planificación en cuanto al desarrollo de los bosques. Y siendo Guatemala un país de vocación forestal, con un 51.74% de su extensión territorial y una cobertura forestal para el año 2012 de 34%, según mapa de cobertura forestal publicado en abril de ese año (INAB, 2012), es importante e imperativo manejar nuestros recursos forestales de manera sostenible garantizando su adecuado desarrollo para la obtención de productos finales de buena calidad.

Uno de los elementos claves para lograr o alcanzar el manejo sostenible del recurso bosque es la definición de un sistema de monitoreo y evaluación forestal dentro del cual la instalación de parcelas permanentes de muestreo (PPM's) adecuadamente evaluadas, nos garantizan la generación de información útil para la toma de decisiones.

El establecimiento de PPM's, es una herramienta silvicultural cuya finalidad es el levantamiento, evaluación y monitoreo del desarrollo de plantaciones forestales con el fin de obtener datos precisos y continuos de una manera adecuada para su posterior evaluación y generación de modelos de desarrollo de los bosques de conífera para la toma de decisiones en cuanto al manejo sostenible de los recursos forestales del área.

En la Región de las Verapaces se encuentran establecidas un total de 20 PPM en bosques naturales, de las cuales 6 PPM son de coníferas, de las cuales 1 desapareció y 14 PPM se encuentran en bosque latifoliado de las cuales 8 desaparecieron por aprovechamientos forestales, con el fin de generar información sobre la productividad (AB/ha y Volumen en m<sup>3</sup>/ha) de los bosques naturales de coníferas y latifoliado en la Región II del INAB, por medio del monitoreo de la red de parcelas permanentes de medición forestal.

## **II. ANTECEDENTES**

### **2.1 Revisión de Literatura**

#### **2.1.1 Instituto Nacional de Bosques -INAB-**

El Instituto Nacional de Bosques, con carácter de entidad estatal, autónoma, descentralizada, con personalidad jurídica con patrimonio propio e independencia administrativa, es el órgano de dirección y autoridad competente del sector público agrícola en materia forestal encargado de ejecutar las políticas forestales que cumplan con los objetivos de la ley forestal, promoviendo y fomentando el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenible de los bosques, la reforestación, la industria y la artesanía forestal, basada en los recursos forestales y la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas, impulsando la investigación para la resolución de problemas de desarrollo forestal a través de programas ejecutados por universidades y otros entes de investigación. (Decreto 101-96, Ley Forestal).

#### **2.1.2 Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala -CONESFORGUA-**

El Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala CONESFORGUA es una organización de la sociedad civil, fundada en el año 2003, definida como una asociación sin fines de lucro, dedicada a apoyar el desarrollo forestal de Guatemala a través de generar y promover Estándares de Manejo Forestal Sostenible y de Transformación de Productos Forestales. CONESFORGUA ha asumido la responsabilidad de darle seguimiento al proceso de certificación forestal en el país y con ello, se promueva el buen manejo forestal en Guatemala.

A partir de entonces se ha promovido un proceso participativo con representatividad de la sociedad civil, sector privado y organismos gubernamentales, dirigido a desarrollar estándares para el manejo de bosques naturales, plantaciones forestales y productos



forestales no maderables; así como definir una política de cadenas de custodia para la industria de la madera.

CONESFORGUA, ha desarrollado estándares nacionales para manejo de bosques naturales y plantaciones, documento que ha servido de base para el estándar interino nacional y está en proceso de generar los estándares para bosques pequeños y de baja intensidad de manejo.

La organización ha obtenido financiamientos a través de la generación y presentación de proyectos y propuestas técnicas a cooperaciones externas, como El Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF-, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-, Organización Internacional de las Maderas Tropicales -OIMT-, Organización Intereclesiástica para la Cooperación al Desarrollo -ICCO-, Cooperación Técnica Alemana -GTZ-, Red de Certificación en Turismo Sostenible de las Américas – RAINFOREST ALLIANCE-, y también de cooperación interna como El Instituto Nacional de Bosques -INAB-, Programa Nacional de Competitividad -PRONACOM-, y la Gremial Forestal de Guatemala. (Escobedo, 2005).

El Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala, actualmente cuenta con la administración del proyecto “Sistema de Información sobre la Productividad de los Bosques de Guatemala”, el cual es financiado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales y ejecutado por el Instituto Nacional de Bosques, brindando asistencia técnica y facilitando eventos de capacitación y sistematización de la información generada, por un periodo de 3 años, desde junio 2013 hasta abril 2016.

### **2.1.3 Sistema de Información sobre la Productividad de los Bosques en Guatemala**

Este sistema, ha permitido establecer una cantidad de Parcelas Permanentes de Medición Forestal - PPM - considerable, ubicadas en concesiones forestales y propiedad privada abarcando tanto el bosque natural de latifoliadas como plantaciones y que promete ser una fuente importante de datos que proviene de inventarios forestales, planes operativos anuales -POA's- y monitoreos de la masa boscosa. Una parte importante del proceso medición y remediación de las PPM es la determinación botánica certera de las especies que alberga cada una de ellas, así como la identificación en campo a través del conocimiento de los baquianos acerca de nombres comunes y vernáculos de cada árbol, (INAB, 2012).

### **2.1.4 Bosque natural de coníferas en Guatemala**

La distribución natural de la mayor parte de bosques de coníferas y mixtos abarca principalmente desde los 500 msnm a los 3,000 msnm con excepción del *Pinus caribaea*, localizado de los 0 hasta los 500 msnm; se desarrollan en una gran diversidad de suelos, principalmente los suelos volcánicos; los árboles de los bosques de coníferas son maduros, con gran variación de diámetro. Se estima un volumen de 150 m<sup>3</sup>/ha en pie con variaciones entre 50-600 m<sup>3</sup>/ha, (INAB, 2012).

### **2.1.5 Bosque natural latifoliado en Guatemala**

Son también llamados bosques tropicales húmedos o selvas, son formaciones forestales que están constituidas por diversas especies de árboles de hoja ancha. Según inventarios como el de Petén, se registran alrededor de 300 especies, de las cuales al menos 50 son maderables. Las superficies significativas de estos bosques se ubican principalmente en Petén, Alta Verapaz, Izabal, Quiché y Huehuetenango. (IARNA, 2003).

### **2.1.6 Situación actual de las Parcelas Permanentes en Bosque Natural de Coníferas en Guatemala**

Al inicio de este proyecto se instalaron 72 parcelas entre el 2000 y 2006, para el 2013 se habían instalado cuatro parcelas adicionales, haciendo un total de 76 parcelas instaladas. El CATIE hizo la instalación de tres parcelas en una plantación a la que no se le dio manejo y quiso tratársele como bosque natural, las cuales fueron descartadas por su origen.

Durante la elaboración del diagnóstico de la RPPM-BNC en 2011 se hizo la verificación del estado de la mayoría de parcelas mediante visitas de campo, lográndose identificar que parcelas permanecían activas y las que ya no se encontraban (inactivas), quedando algunas parcelas pendientes de verificación.

### **2.1.7 Parcela Permanente de Medición Forestal (PPM)**

(Ugalde, 1998; citado por Cojóm, 2008), describe las parcelas de medición como la herramienta más eficaz y eficiente para conocer y evaluar el crecimiento y rendimiento de los árboles individuales y de los rodales proporcionando información valiosa para establecer estrategias de manejo, para desarrollar modelos de crecimiento, elaborar tablas de rendimiento en volumen y área basal.

Es la unidad mínima de muestreo, cuyo tamaño varía con respecto a los objetivos para los cuales es establecida; tiene como objetivo principal permitir mediciones periódicas y seguimiento del crecimiento y desarrollo de los árboles que quedan dentro de la parcela, por un periodo de años que dependerá de la edad de rotación de la especie, producto y calidad de sitio”, (INAB, 2007).

CATIE (2000), describe a las PPM como, una superficie de terreno debidamente delimitada y ubicada geográficamente, en donde se registran datos dasométricos con la finalidad de obtener resultados sobre incremento, mortalidad, reclutamiento (ingresos), o de otro tipo de información previamente determinada.

### **2.1.8 Tipos de Parcelas**

Según Ugalde (2003), existen dos tipos de parcelas, las temporales y las permanentes; como su nombre lo indica, las temporales se miden normalmente una sola vez, aunque si se reubican podrían tener mediciones adicionales de manera que una parcela temporal puede eventualmente convertirse en una parcela permanente, las parcelas permanentes desde su establecimiento tienen como objetivo principal permitir mediciones de crecimiento por un periodo largo de años y si estas se hacen de un tamaño adecuado podrían servir para el seguimiento y evaluar el crecimiento de los arboles hasta el final del turno de corta.

### **2.1.9 Forma y tamaño de las PPM en bosque latifoliado**

Se recomienda que una PPM en el bosque tropical tenga una forma cuadrada debido al menor perímetro con respecto a parcelas rectangulares, lo que reduce el costo de demarcación y minimiza el riesgo de cometer errores de medición en los árboles que se encuentran en el borde de la parcela (Synnott 1991, Alder 1980). No se recomienda la forma circular pues la demarcación en el bosque tropical no es práctica debido a la imprecisión en levantamiento y a la densa vegetación, aparte de la dificultad para dividirla en sub-parcelas. Conforme aumenta el tamaño, se incrementa la dificultad de su levantamiento. (CATIE, 2013).

Synnott (1991), menciona que el tamaño más eficiente de parcelas en una situación particular dependerá de los objetivos, la precisión requerida, la variabilidad del bosque y los costos presentes y futuros.

En la figura 1, se presenta el diseño en campo y el tamaño tamaño de 0.25 ha, con dimensiones de 50 x 50 m basados en una adaptación de la metodología (Pinelo, 2000), que establece el tamaño de las PPM, para bosques tropicales.

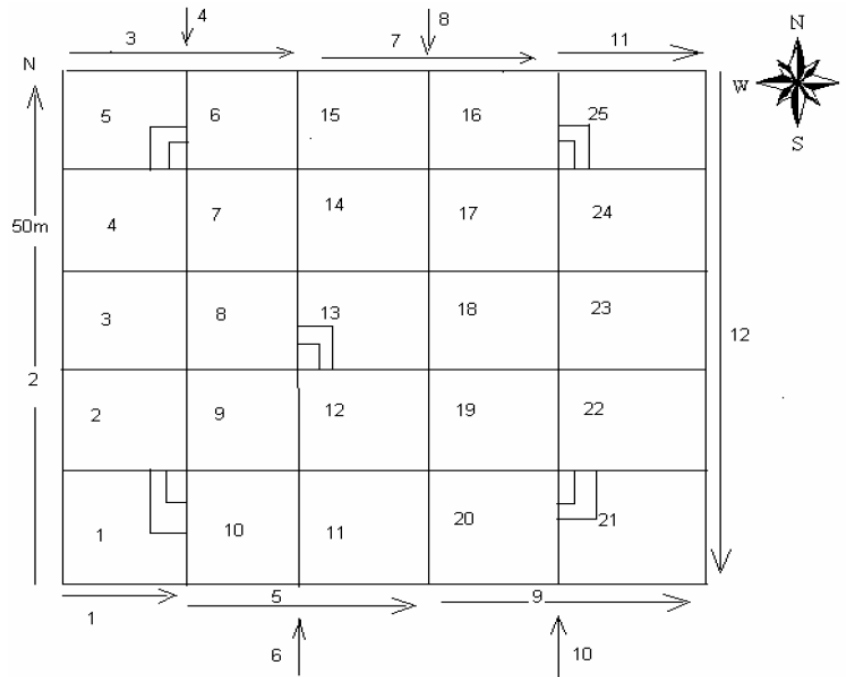


Figura 1. Diseño de PPM en bosques latifoliados

Fuente: (Synnott, 1979)

### 2.1.10 Forma y tamaño de las PPM en Coníferas

En cuanto a la forma y tamaño se refiere, deben de utilizarse parcelas circulares de 1000 m<sup>2</sup> (con un radio de 17.8 m) y una zona de amortiguamiento donde esté inmersa la parcela de 60x60 m (Figura 2). El hecho de proponer parcelas circulares se debe a la relativa facilidad de instalar una parcela de 1000 m<sup>2</sup> en bosques de coníferas. Por otra parte, el perímetro de una parcela circular es mucho menor que el de una parcela cuadrada de igual área, con la consiguiente ventaja que se reducen al mínimo los árboles límites o de borde. (INAB, 2012).

La zona de amortiguamiento cumple con la función de evitar el efecto de borde y tiene límites rectangulares para facilitar la colindancia entre parcelas. Esta zona debe recibir el mismo tratamiento que se aplica a la parcela, pero no se realizan mediciones en ella. (INAB, 2012).

En la figura 2, se muestra el diseño en campo de las PPM para bosques naturales de coníferas.

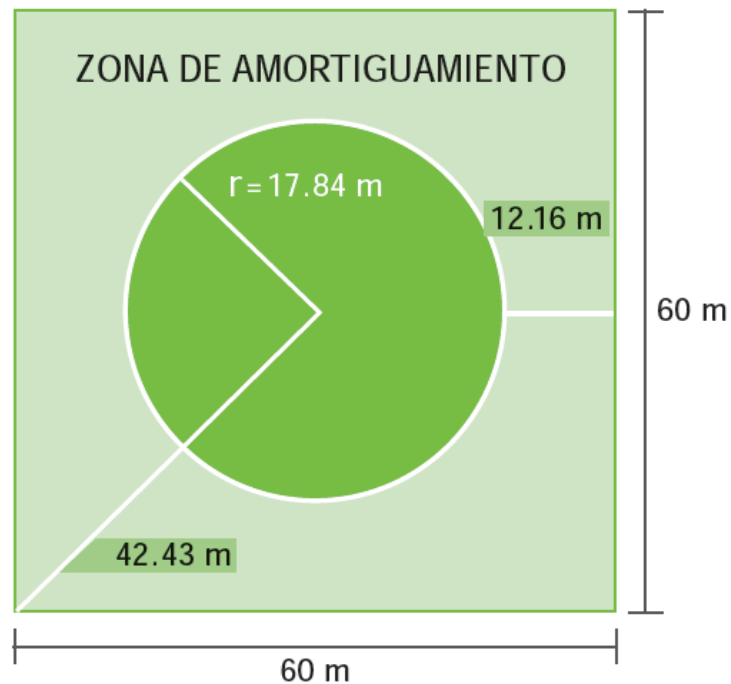


Figura 2. Diseño de PPM en bosque natural de coníferas

Fuente: (INAB, 2012).

### 2.1.11 Sistema MIRA-SILV

El Mira-Silv® consta de una metodología de campo que se basa en el establecimiento de PPM y un software para el procesamiento y análisis de la información recabada, preparando informes de los resultados de evaluación, este sistema tiene como objetivo principal, apoyar a la investigación forestal en relación al seguimiento del crecimiento de los árboles en programas de reforestación y en 8 diferentes sistemas de producción forestal, agroforestal y silvopastoril (Ugalde, 2000).

### 2.1.12 Importancia de las PPM

La generación de información y conocimiento sobre el estado y dinámica de los bosques, es de vital importancia para proporcionar un mejor sustento para la planificación, diseño de políticas, estrategias y directrices, así como su aplicación a la conservación y manejo sostenible a los diferentes ecosistemas forestales del país (INAB, 2012).

En este sentido, las PPM se constituyen en instrumentos idóneos para la investigación, seguimiento y evaluación de la respuesta del bosque natural o plantación, a diversas intervenciones silviculturales a lo largo del tiempo; además, permiten determinar incrementos en diámetro, altura, área basal y volumen, así como índices de mortalidad, reclutamiento de nuevos individuos, pronosticar tendencias de la estructura y composición de la vegetación. (INAB, 2012).

#### **2.1.13 Edad de Rotación**

Robles, (2007), afirma que el tiempo que transcurre entre el establecimiento de la regeneración natural o la plantación hasta el aprovechamiento de corta final, corresponde a la edad de corte de los árboles es decir el tiempo que les tome en alcanzar su madurez.

#### **2.1.14 Edad de los Árboles**

La edad de los árboles constituye la base para calcular el incremento en madera por año de los bosques. Un método seguro para determinar la edad de los árboles es mediante los registros, ya que contienen las fechas de establecimiento de las plantaciones en especies de árboles con periodo de reposo anual, se puede determinar la edad contando anillos de árboles en pie, se pueden extraer virutas con un taladro de Incremento Pressler, el número de anillos disminuye en relación con la altura, por lo tanto las virutas se deben extraer siempre a 1.30 m de altura del árbol. (INAB, 2001).

#### **2.1.15 Densidad Final**

Corresponde al número de árboles por hectárea que el silvicultor desea tener al final de la edad de rotación, en estos árboles se espera que se haya concentrado el potencial de producción del sitio. El problema radica en determinar con la mayor precisión, cuál debería ser la mayor densidad final para cada especie y calidad de sitio. (Robles, 2007).

### **2.1.16 Crecimiento**

Es el aumento gradual en el tamaño de un organismo (árbol), población (bosque) en un periodo de tiempo, este aumento se produce por la actividad fisiológica de la planta, el ritmo o tasa de crecimiento está determinado por factores internos (genéticos), externos (sitio) y por el tiempo. El crecimiento del árbol y del bosque son similares diferenciándose en que el crecimiento del bosque como en toda población interviene un nuevo factor que es la mortalidad consecuencia de la ley de la competencia. (INAB, 2001).

El manual para educación agropecuaria de producción forestal de la FAO menciona que el crecimiento de los árboles depende de la especie, edad y de la calidad del sitio en el cual crecen.

### **2.1.17 Incremento**

Consiste en la diferencia de tamaño entre el comienzo y final de un periodo de crecimiento, es necesario conocer cuál es el rendimiento de la masa forestal y el incremento y con base a esta información determinar el estado actual del bosque o el buen desarrollo, si existe necesidad de intervención y que volumen esperamos obtener en caso de aprovechamiento, existen diferentes tipos de incremento. (INAB, 2001).

#### **a. Incremento corriente anual (ICA)**

Es el incremento producido en un año de intervalo, se calcula restando el valor final del año menos el valor al inicio del año.

#### **b. Incremento medio anual (IMA)**

Es un promedio de incremento hasta el momento actual, se calcula dividiendo el valor actual entre el tiempo transcurrido o edad.

#### **c. Incremento periódico (IP)**

Corresponde al incremento producido en un periodo de tiempo mayor de un año, los periodos usados pueden ser 5 o 10 años, el crecimiento periódico dividido entre el



número de años del periodo se llama incremento periódico anual –IPA- o incremento corriente periódico anual y se usa como sustituto del incremento corriente anual.

El incremento puede ser referido al diámetro, altura, área basal o volumen; para fines de análisis de la corta permisible el valor que más se utiliza es el incremento en volumen.

### **2.1.18 Variables Dasométricas**

La medición de las variables dasométricas se realiza en todos los individuos ubicados dentro de los límites de cada PPM, las variables dasométricas son las siguientes:

#### **a. Diámetro**

La medición del diámetro de árboles en pie se debe medir a una altura de 1.30 m por encima del nivel del suelo. Este diámetro se llama diámetro a la altura del pecho (DAP) y es expresado en centímetros (cm), (INAB, 1999).

#### **b. Altura Total del Árbol**

Distancia vertical entre el nivel del suelo y la punta más alta del árbol expresada en m, cuando se trata de árboles plantados o establecidos en ladera se mide a partir del punto más elevado del terreno, aunque algunas veces este concepto se modifica, por ejemplo si se toma el nivel medio del suelo. (INAB, 1999).

### **2.1.19 Monitoreo de PPM**

El monitoreo de las parcelas permanentes tiene como objetivo recolectar información en el tiempo a fin de ver los cambios que ocurren en el rodal.

Por monitoreo se entiende cada una de las remediciones a realizar en la parcela, sea esta “ordinaria” (o sea que corresponde a la periodicidad acordada) o “extraordinaria” (por ejemplo antes de un raleo, pero también después de un periodo de “abandono”). (INAB, 2012).

## **2.2 Descripción de la actividad de la Institución**

El departamento de investigación forestal como parte de la estructura organizacional del INAB apoya a la consolidación y liderazgo dentro de la estrategia de investigación forestal nacional, a la formulación, gestión y monitoreo de las propuestas de investigación forestal presentadas para su ejecución con fondos nacionales y de cooperación externa. Coordina actividades que permiten la generación de información y datos orientados a servir de herramientas para el desarrollo de actividades de manejo forestal sostenible principalmente en plantaciones forestales. En coordinación con la Unidad de Divulgación Forestal elabora documentos, fichas técnicas, trifoliales, etc. Que es obtenida a través de la información generada por las parcelas permanentes de medición forestal. (INAB, 2013).

El departamento de Investigación forestal fue implementado en la Región II a partir del funcionamiento del proyecto, anteriormente solo se contaba con las oficinas centrales de la ciudad capital, pero era de vital importancia contar con una sede en las verapaces para darle seguimiento más de cerca a los objetivos del proyecto ya que la mayor parte de las PPM se encuentran instaladas en esta Región, con el fin de contribuir a mejorar la planificación y aplicación del manejo forestal sostenible generando información sobre la productividad y crecimiento tanto de plantaciones forestales como bosques naturales a través del establecimiento de las PPM en la Región II de las Verapaces e Ixcán el Quiché (Anexo 1).

### **III. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA**

El Instituto Nacional de Bosques manifestó la necesidad de contar con personal técnico calificado, y estudiantes de las universidades para realizar su práctica profesional supervisada dentro del Departamento de Investigación Forestal para contribuir en las actividades del nuevo proyecto; “Sistemas de Información Sobre la Productividad de los Bosques de Guatemala” que pretende establecer un banco estandarizado de datos a través del monitoreo, recopilación y sistematización de la información recabada de las mediciones realizadas en las parcelas permanentes de medición forestal que fueron establecidas en años anteriores, y el establecimiento de nuevas parcelas en regiones forestales prioritarias del país, como lo es la Región Forestal II, con el fin de tener mayor información sobre el crecimiento y productividad de las plantaciones forestales establecidas a través de los programas de incentivos forestales.

La información que se generó durante la participación en el proyecto contribuyó a conocer el desarrollo de los bosques naturales evaluados, el estado actual en cuanto a manejo silvicultural y calidad de los árboles presentes y propiciar las condiciones oportunas para la toma de decisiones, y contar con una herramienta de información que sirva de base para el sector forestal; elaborando propuestas técnicas enfocadas a mejorar la planificación y aplicación del manejo forestal sostenible, seleccionando las especies de acuerdo a los requerimientos climáticos, fisiográficos y las condiciones de sitios en el sentido que las PPM constituyen instrumentos confiables para determinar científicamente las variables que definen la dinámica de crecimiento y productividad de los bosques naturales e integrar la información de manera sistemática puesta a disposición de los actores del sector forestal y así contribuir al manejo forestal sostenible en Guatemala.

#### **3.1 Ubicación Geográfica y Política**

La práctica profesional se desarrolló en la Región II del INAB, la cual corresponde a los departamentos de Alta y Baja Verapaz y el municipio de Ixcán, El Quiché, con sede en el interior del Parque Nacional las Victorias de la zona 1 del municipio de Cobán, Alta

Verapaz, y de acuerdo a las demandas del proyecto se realizó específicamente en áreas del departamento de Alta Verapaz.

En la figura No. 3 se muestra el área administrativa que ocupa la Región Forestal II del INAB.

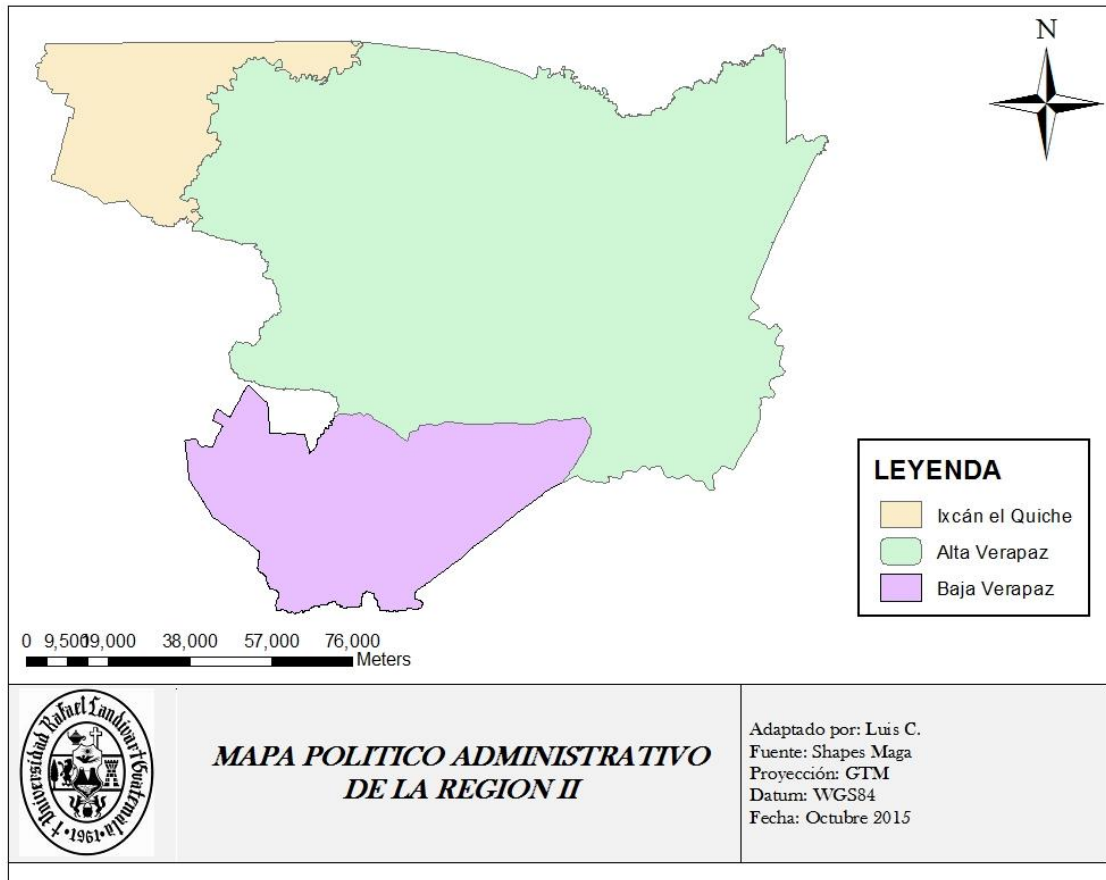


Figura 3. Mapa de la Región II

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

### 3.1.1 Departamento de Alta Verapaz

#### Ubicación Geográfica y Extensión Territorial

El departamento de Alta Verapaz se encuentra localizado al norte de Guatemala a 200 kms de distancia, ubicado geográficamente en la latitud norte  $15^{\circ} 29'00''$  y longitud oeste  $90^{\circ} 19'35''$ , quien posee una extensión territorial de 8,686 km<sup>2</sup>, equivalente al 8% del territorio nacional, tiene una altura media de 1,316 msnm, junto al departamento

de Baja Verapaz integra la región nacional II Norte, limita al norte con Petén al este con Izabal al sur con Zacapa y Baja Verapaz y al oeste con el Quiché. Alta Verapaz integra 17 municipios: Cobán (cabecera municipal), San Pedro Carcha, San Juan Chamelco, San Cristóbal Verapaz, Tactic, Tamahú, Tukurú, Panzós, Senahú, Cahabón, Lanquin, Chahal, Fray Bartolomé de las Casas, Chisec, Santa Cruz Verapaz, Santa Catalina La Tinta y Raxruhá, este último municipio fundado el 20 de febrero de 2008, según decreto No. 10-2008, siendo uno de los departamentos más ricos en naturaleza de Guatemala destaca entre sus maravillas las piscinas naturales de Semuc Champey y el río de Cahabón, las cuevas de candelaria, el Rey Marcos, Lanquin y sus bosques húmedos. (SEGEPLAN, 2011).

### **3.1.2 Fisiografía**

El 75.6% del territorio regional está situado dentro de la región fisiográfica que corresponde a las Tierras Altas Sedimentarias, cuya geoforma ha sido originada por fallas y procesos erosivos, sus características son afloramientos que están constituidos por calizas cretácicas que presentan extensos fenómenos de karstificación en afloramiento menor se encuentran calizas pérmicas, rocas sedimentarias clásticas y rocas magmáticas. El 18.58% del territorio regional se ubica en las Tierras Altas Cristalinas. (SEGEPLAN, 2011).

### **3.1.3 Cuencas Hidrográficas**

El departamento cuenta con siete cuencas hidrográficas, siendo los ríos, Cahabón, La Pasión, Moho, Motagua, Polochic, Salinas (Chixoy o Negro) y Sarstún, siendo sus vertientes el Mar Caribe y el Golfo de México, la cuenca de mayor extensión es la del río Salinas, misma que abarca el 35.88% del área regional, sin embargo las cuencas de mayor contaminación con el 18% de aguas servidas y desechos sólidos son las de los ríos Cahabón, Chixoy o Negro y Polochic que abarcan el 70% del área total de la región. Dentro de la cuenca del río Salinas se ubica el embalse de Chixoy donde se encuentra localizada la hidroeléctrica que genera la mayor cantidad de energía eléctrica en el país. (González, 2006).

### **3.1.4 Clima**

El departamento de Alta Verapaz presenta temperaturas anuales cuyos promedios oscilan entre 17°C y 21°C, una precipitación promedio anual superior a los 2,000 mm y una humedad relativa promedio del 88%. De acuerdo con Thornthwaite el clima se define como semicálido muy húmedo sin estación seca definida. (SEGEPLAN, 2011).

### **3.1.5 Zonas de Vida**

El IARNA en 2012, realizó una nueva clasificación de las zonas de vida de Guatemala, en donde para el departamento de Alta Verapaz se identifican 3 zonas de vida (ver anexo 9 y 10), bosque muy húmedo tropical , -bmh-T-, Bosque pluvial montano tropical - bp – MT-, Bosque húmedo premontano tropical –bh-PMT-. Distribuidas en todos los municipios que lo conforman.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Generar información sobre la productividad de los bosques naturales por medio del monitoreo del sistema de parcelas permanentes ubicadas de la Región forestal II del INAB.

### **4.2 Específicos**

Rehabilitar parcelas permanentes en bosques naturales que se encuentran dentro de la red de investigación en la Región II INAB, las Verapaces e Ixcán.

Evaluar las variables dasométricas y condiciones fenotípicas de las parcelas permanentes que se encuentran en bosques naturales de coníferas y latifoliados en la Región II INAB, las Verapaces e Ixcán.

Analizar y comparar la productividad, en función del volumen por hectárea, de los bosques naturales de coníferas y latifoliados en la Región II INAB, las Verapaces e Ixcán

## V. PLAN DE TRABAJO

En el cuadro 1, se presentan las áreas específicas de trabajo donde se realizó la práctica profesional

Cuadro 1. Áreas específicas de trabajo

<b>Finca</b>	<b>No. De PPM</b>	<b>Tipo de Bosque</b>	<b>Ubicación</b>
Parque Nacional Laguna Lachúa	6	Latifoliado	Cobán A.V.
Finca Candelaria	6	Latifoliado	Aldea Carolina, Chisec A.V.
Finca Chitcoj	2	Latifoliado	Comunidad Tuilá, Cobán A.V.
Universidad Rafael Landívar	2	Coníferas	San Juan Chamelco A.V.
Parque Nacional las Victorias	2	Coníferas	Cobán A.V.
Escuela de Formación Agrícola EFA	1	Coníferas	Cobán A.V.
Finca Río Frio	1	Coníferas	Santa Cruz Verapaz

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

En la figura 4, se muestra la distribución de las PPM's en la Región forestal II del INAB.



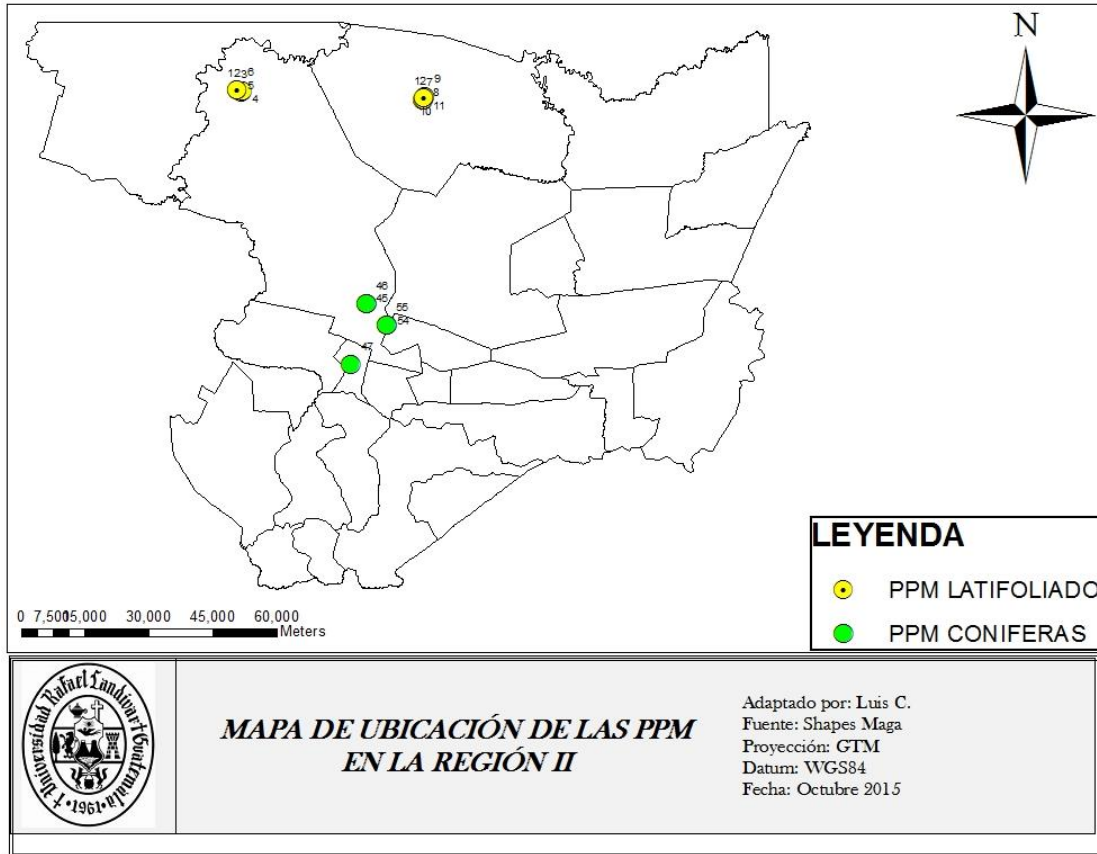


Figura 4. Mapa de ubicación de las PPM en la Región Forestal II.

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

### 5.1 Metodología por objetivo específico

A continuación se describen las metodologías utilizadas por el INAB para el monitoreo y rehabilitación de PPM en bosques naturales de coníferas y latifoliados.

Las metodologías están basadas en la Guía para el establecimiento, Monitoreo y Rehabilitación de parcelas permanentes de medición forestal en bosques naturales de coníferas, publicado en Agosto de 2012 por el INAB, y en la Guía para la rehabilitación de parcelas permanentes de medición forestal en bosque latifoliado de Guatemala y Honduras, publicado en el año 2013 por el CATIE.

### **5.1.1 Objetivo 1. Monitoreo y rehabilitación de PPM**

En la rehabilitación de las PPM se llevó a cabo el mantenimiento corriente para cada una de las parcelas, siendo las actividades más importantes:

- Limpieza del área de la parcela
- Ubicación de los límites de las parcelas
- Mantenimiento de la marca del DAP y numeración de los arboles
- Identificación del centro de la parcela (coníferas)
- Limpieza de las zanjas de los esquineros (latifoliado)

El mantenimiento corriente se realiza obligatoriamente al inicio de cada remediación regular, e incluye labores de limpieza, pintura y remplazo de poste/tubo/varilla y taco de madera dañado, así como también ubicar y limpiar las estacas de los esquineros de la zona de amortiguamiento para el caso del bosque de coníferas.

Al terminar con la rehabilitación de la parcela, el proceso que lleva más tiempo es el mantenimiento a las marcas realizadas con pintura en la instalación o la medición anterior (marca de DAP y número de árbol, si es el caso, auxiliándose de cinta adhesiva). Simultáneamente, procederá a la eliminación y reposición de placas en mal estado y a la reposición de las que hagan falta.

Para la ubicación del DAP se calibra una vara de 1.30 m para facilitar la ubicación de la altura de medición o remediación del DAP.

### **5.1.2 Objetivo 2. Recolección de variables dasométricas**

#### **Bosque de coníferas**

Después de concluir la rehabilitación se realiza las mediciones de las variables DAP, dominancia, forma de fuste y sanidad de los árboles vivos. Seguidamente, se mide la altura total de cada árbol vivo de acuerdo a la metodología que más convenga.

El método de la toma de alturas se basó en el uso de clinómetro con el método de la vara auxiliar, el cual según las metodologías para bosque natural en el país recomienda la utilización de este método para tener una mayor precisión en la toma de esta variable.

### **Bosque latifoliado**

La medición de los árboles se realizó cuadrato por cuadrato. A continuación se describe la secuencia de los pasos a ejecutados dentro de una subparcela.

Antes de medir cualquier árbol, se corrobora la existencia y la posición de todos los individuos en el cuadrato. Para esto, primero se ubicó la posición en el bosque de las cuatro estacas que delimitan la subparcela o cuadrato. A continuación, se ubicaron los árboles dentro del cuadrado. En este caso no se contaba con el croquis de cada cuadrato por lo que se ubicaron los arboles por su nombre común y el número de identificación, con el apoyo del baquiano, la dimensión de cada individuo (DAP) y su identidad (número correspondiente). Se verifico que todos los individuos del cuadrato y, a la vez, de no incluir por error un árbol que pertenece a otro cuadrato.

Se verifico que ningún individuo fuera olvidado en la medición anterior, además se identificaron posibles reclutas. Se midió el DAP de los posibles candidatos y los que llegaron al DAP mínimo para este tipo de bosque se incluyeron en las boletas de cada cuadrato.

El método de la toma de alturas se basó en el uso de clinómetro con el método de la vara auxiliar, el cual según la metodología para bosque natural en el país recomienda utilizar este método para tener una mayor precisión en la toma de esta variable, es importante hacer notar que la metodología para latifoliados no contempla la toma de esta variable.

### **5.1.3 Objetivo 3. Productividad de los bosques naturales de la Región.**

Con este proyecto se estableció la productividad de los bosques naturales de la Región basados en los datos recabados en campo de las áreas objeto de estudio, todo esto con el fin de establecer un parámetro para los tipos de bosque ya descritos anteriormente.

La productividad de los bosques naturales de la Región II, INAB las Verapaces e Ixcán, se analizó en función del cálculo del volumen en metros cúbicos por hectárea para cada una de las fincas propuestas, en donde se encuentran establecidas las PPM. Esto se cuantificó por medio de los datos dasométricos recabados en la rehabilitación y remediación.

La forma de calcular el volumen se realizó por especie dado que se utilizó las fórmulas establecidas por el INAB, y para las especies que no cuenten con una fórmula aplicable al cálculo de volumen se utilizó el factor de forma que se utiliza para el cálculo de volumen en especies no priorizadas o no reconocidas.

El análisis y comparación de la productividad de cada uno de los bosques se realizó entre parcelas del mismo tipo de bosque para generar información por tipo de bosque, así como también una comparación de la productividad entre los dos tipos de bosque objeto de estudio.

Como un parámetro de bosque productivo se utilizó los datos generados por las PPM establecidas en áreas protegidas, para tal caso en bosque latifoliado solo se contó con los datos resultantes de la medición 2015 de las PPM's que se encuentran en el Parque Nacional Laguna Lachua, y para su análisis se utilizaron datos de fincas con aprovechamientos forestales con las mismas especies y en similares condiciones.

## **VI. VARIABLES DE ESTUDIO**

### **6.1 Variables de árbol**

En el monitoreo de las parcelas existen variables que son obligatorias para ser medidas o estimadas, por ejemplo el DAP o la causa de muerte, y otras que se consideraran sólo en estudios muy específicos, como el diámetro de copa.

#### **6.1.1 Diámetro**

Consistió en la medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP, definido como el diámetro del individuo a 1.30 metros de altura sobre el suelo). El diámetro se midió sobre la corteza con una cinta diamétrica metálica, en milímetros, redondeado al milímetro inferior. No se utilizó forcípula en la medición del DAP ya que su precisión no es adecuada para parcelas permanentes de medición forestal.

Si el árbol está bifurcado por debajo de 1.30 m del suelo se considera y se mide cada eje como si fuera un árbol. Si el sitio en donde se ubica el árbol tiene pendiente, el DAP se mide del lado superior de la pendiente.

#### **6.1.2 Altura total**

Se refiere a la altura del árbol desde su base hasta el ápice, que se mide en decímetros, redondeado al decímetro inferior. Se realiza obligatoriamente, pero sólo en una muestra de los árboles de la parcela: se recomienda una intensidad de muestreo de 25% para coníferas (uno de cada cuatro árboles), en el caso del bosque latifoliado se tomó alturas al total de individuos dentro de la parcela. Se siguió el orden de numeración de los árboles para escoger uno de cada cuatro, de manera que se pueda tomar una muestra representativa de la población.

La altura se usa para construir relaciones DAP-Altura a fin de poder estimar las alturas de los árboles que no cuentan con ella, lo cual permitirá calcular volúmenes. Por

razones de solidez estadística, debiera medirse una cantidad mínima de 40 individuos, lo que implica que la intensidad de muestreo debe adaptarse a la cantidad total de individuos presentes en la parcela (N). Si (N) es inferior a 40, se deben medir todos los árboles. En el otro extremo, si una parcela cuenta con 360 individuos, bastará medir 1 de cada 9 árboles para obtener una muestra suficiente. En este último caso, velar por respetar el orden de numeración para obtener una muestra representativa.

La altura se usa además para calcular la altura dominante, que, junto con la edad, permite estimar la calidad de sitio del rodal donde está establecida la parcela. Se define como altura dominante a la altura media de los 100 individuos más gruesos por hectárea (Prodan et ál. 1997). Esto implica, por el tamaño de la parcela, la necesidad de medir la altura total de los 10 individuos más gruesos. Si por casualidad están dentro de la muestra representativa definida en el párrafo anterior, bien, sino, será necesario añadir los individuos pertinentes a esta muestra (no reemplazar, sino aumentar).

### **6.1.3 Características Fenotípicas**

Las variables evaluadas en el bosque coníferas son: calidad del fuste, sanidad y dominancia. Para lo cual en cuanto a calidad del fuste se presentan fustes rectos en su mayoría con presencia de algunos árboles poco sinuosos dentro de las PPM evaluadas. En general el bosque evaluado presenta sanidad en los individuos evaluados dentro de las parcelas.

En el bosque natural latifoliado no se realizó el análisis de las características fenotípicas debido a que la metodología no lo contempla, sin embargo se evalúan otras variables como lo son: cobertura de lianas, Copa del árbol que se evalúan dos variables como iluminación y forma.

### **6.4 Almacenamiento y digitalización**

El almacenamiento para el bosque natural de coníferas se realizó en el módulo para bosques naturales Mirasilv y en el caso del bosque natural latifoliado se realizó en

hojas de Excel, debido a que todavía están desarrollando el software por parte del INAB-CONAP.

#### **6.4.1 Confección del folder de la medición**

La información física de las mediciones realizadas se almaceno en un folder por medición correspondiente al año 2015, para el caso de cada una de las fincas evaluadas en bosque natural de coníferas se creó un folder para cada una, así como también un folder para la medición 2015 del área del Parque Nacional Laguna Lachua, correspondiente al bosque natural latifoliado.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 Objetivo 1. Rehabilitación PPM en bosques naturales en la Región II, INAB

La rehabilitación y remediación de las PPMF en bosque natural se realizó basados en la metodologías utilizadas para este proceso, la cual ya se encuentra descrita dentro de este documento (pág. 19-22), así como también las áreas objeto de estudio previamente identificadas y las cuales fueron monitoreadas en este proceso, a continuación se describe por tipo de bosque:

#### 7.1.1 PPM Coníferas

En el bosque de coníferas para la Región II se rehabilitaron 5 PPM de las 6 objeto de estudio. (Figura 5). Se desactivo, por falta de registros y por no encontrarse en campo, 1 PPM, la cual se encontraba ubicada en la Escuela de Formación Agrícola EFA de Cobán.

En general los registros de las PPM de la Región presentaban el inconveniente de no contar con una coordenada actualizada de la ubicación de las parcelas en campo, para el mantenimiento correspondiente de las PPM. Previamente se realizaron caminamientos dentro de las áreas para su ubicación en campo y posteriormente realizar los trabajos de mantenimiento del experimento, remediación y toma de datos de los arboles dentro de la PPM. Se realizó el remarcado de los números de los arboles así como también la marca del DAP para lo cual se necesitaron los materiales como: pintura, brochas y machete

El mantenimiento del centro de la parcela se dio por medio de limpieza del área donde se encontraba la base de concreto para dejarla liberada y pueda ser visualizada desde los límites de la parcela, posterior a su ubicación y limpieza se cubrió con pintura tanto la base como el tubo de pvc o hierro que marca el centro de la parcela, para este aspecto se utilizó pintura en spray color fucsia que es especial para trabajo de campo que al secarse no se borra con las condiciones climáticas de lluvia y sol.



En este aspecto para una de las PPM que se encuentran ubicadas en el Parque Nacional las Victorias se procedió a reconstruir y rehabilitar el centro de la parcela ya que los materiales utilizados en su instalación y mantenimientos anteriores al realizado en el 2015 se utilizaron materiales que desaparecieron por no ser materiales duraderos.

Se procedió a ubicar el centro por medio de radiaciones apoyados de los registros que se encontraban en las boletas y por no encontrarse el punto exacto de ubicación del centro se realizó la fundición de concreto del centro de la parcela con varillas de hierro de  $\frac{3}{4}$ " en el centro de la base de concreto que marca el nuevo centro de la PPM, debido a que se reconstruyó el centro de la parcela cambia la ubicación de los árboles dentro de la PPM, por lo que se tomaron nuevos datos de azimut y distancia de los árboles con respecto al nuevo centro de la parcela.

Es importante hacer notar que la metodología no se está aplicando a cabalidad en ninguna de la PPM evaluadas, ya que la metodología contempla que las parcelas en coníferas deben estar inmersas dentro de una zona de amortiguamiento de 60 x 60 metros (ver figura 2). La decisión de porque no se establece la zona de amortiguamiento en ninguna parcela fue tomada por la institución anfitriona.

### **7.1.2 PPM Latifoliadas**

En el bosque latifoliado se rehabilitaron y remidieron 6 PPM de las 14 objeto de estudio (Figura 5). En este aspecto se declararon no encontradas en campo 8 PPM, de las cuales 6 se encontraban ubicadas en la Finca Candelaria ubicada en la Aldea Carolina, Chisec, debido a que en esta área se han estado realizando aprovechamientos forestales autorizados por INAB en donde no se consideró el dejar fuera de los aprovechamientos las áreas ocupadas por las PPM's (Según licencia forestal No. 25-1613-63-1.1-2014). Y las otras 2 PPM que se encontraban ubicadas en la Finca Chitcoj ubicada en la Comunidad Tuilá, Cobán A.V. en esta área también se realizó un aprovechamiento forestal por lo que se desactivaron las PPM's. (Según licencia forestal No. 23-1601-54-1.1-2088)

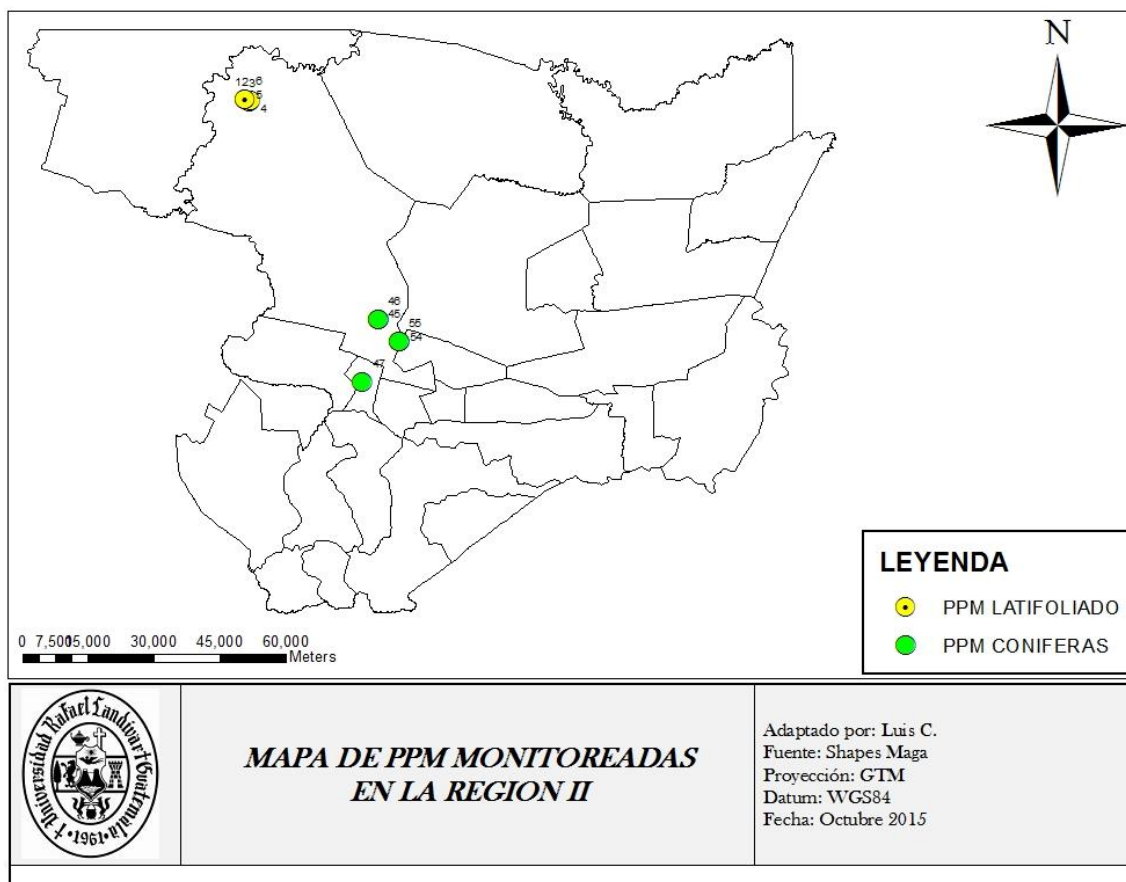


Figura 5. Mapa de PPM evaluadas en la Región II.

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

El mantenimiento de las 6 PPM ubicadas en el Parque Nacional Laguna Lachua, se realizó en las marcas permanentes de cada cuadrante que para este caso se encontraban bien identificados con estacas de hierro que dividían cada uno de los 25 cuadrantes en que se subdivide la parcela. También se limpiaron las zanjas de los esquineros que delimitan la PPM y sus respectivas bases de cemento con un tubo de pvc de 3" los cuales también se encontraba ya fundidos por lo que en general solo se le dio mantenimiento general al dispositivo (Figura 1).

La metodología utilizada por la institución anfitriona habla de la elaboración de un mapa con coordenadas XY de cada árbol dentro de cada cuadrante o subparcela, lo cual no se está haciendo en las remediciones por decisión de la institución anfitriona. Además de esto la metodología publicada por CATIE en 2013, y utilizada actualmente no

contempla la medición de latizales y brinzales dentro de los cuadrantes (1, 5, 13, 21, 25). En parcelas de 5 x 5 y 2 x 2 metros respectivamente, lo cual era contemplado al inicio del experimento.

El remarcado de números de cada uno de los árboles se realizó con pintura en spray fucsia que es la que los técnicos encargados de esta área utilizan para economizar tiempo para el mantenimiento de cada dispositivo y el cual también se utiliza para remarcar la marca del DAP.

En general las PPM del Parque Nacional Laguna Lachua, presentan varias inconsistencias en la aplicación de la metodología en campo, ya que los datos de las 4 anteriores mediciones tienen diferentes criterios técnicos de la altura de la toma del DAP. Las mediciones consecutivas presentan decrementos en DAP de varios de los árboles de cada una de las parcelas.

Además de esto hay que sumar el hecho de que desde el inicio del experimento en 1,999; no se han tomado alturas en ninguna de las 4 mediciones anteriores a la medición 2015, por lo que es imposible realizar un análisis de incrementos de la productividad de este experimento para los años anteriores.

## **7.2 Objetivo 2. Colectar la información dasométrica proveniente de las parcelas permanentes de muestreo forestal.**

### **7.2.1 Coníferas**

#### **DAP**

Para la toma de DAP se procedió después de haber concluido con el mantenimiento de las marcas permanentes del dispositivo a tomar el DAP de cada uno de los árboles que se encontraban dentro de la parcela para lo cual se utilizó una cinta diamétrica y también se verificó si dentro de la parcela no se encontraban árboles que ya hubieran alcanzado el DAP mínimo para ser tomados en cuenta para la toma de datos

dasométricos, en el caso de coníferas en el DAP mínimo es de 5 centímetros (Cuadro 2).

En el caso de los árboles reclutas se les asigna el número correlativo siguiente del último árbol registrado en la anterior medición para llevar el orden correspondiente y no alterar datos dentro de la parcela.

Cuadro 2. Rangos de DAP bosque de coníferas

Especie	DAP (cm)							Total general
	5-15	15-25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75	
ARRAYAN	3							3
CECRSP	1							1
CUPRLU		1						1
DESCONOCIDO	43	7	4					54
ERIOJA	2							2
LIQUST	2	5	2					9
PINUMI	1	12	22	51	17	15	4	122
QUERSP	1							1
<b>Total general</b>	<b>53</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>193</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

La distribución diamétrica en función de la especie se observa en el cuadro 2, es importante ver la diversidad de especies acompañantes que se presentan en el bosque natural de coníferas que en su mayoría corresponde a especies desconocidas, así como también la mayoría de los árboles de coníferas se encuentran en el rango de DAP de 35 a 45 cms.

El listado completo de especies se especies encontradas se encuentra en el anexo 12, por estética se aplicaron los códigos para especies utilizados por el INAB.

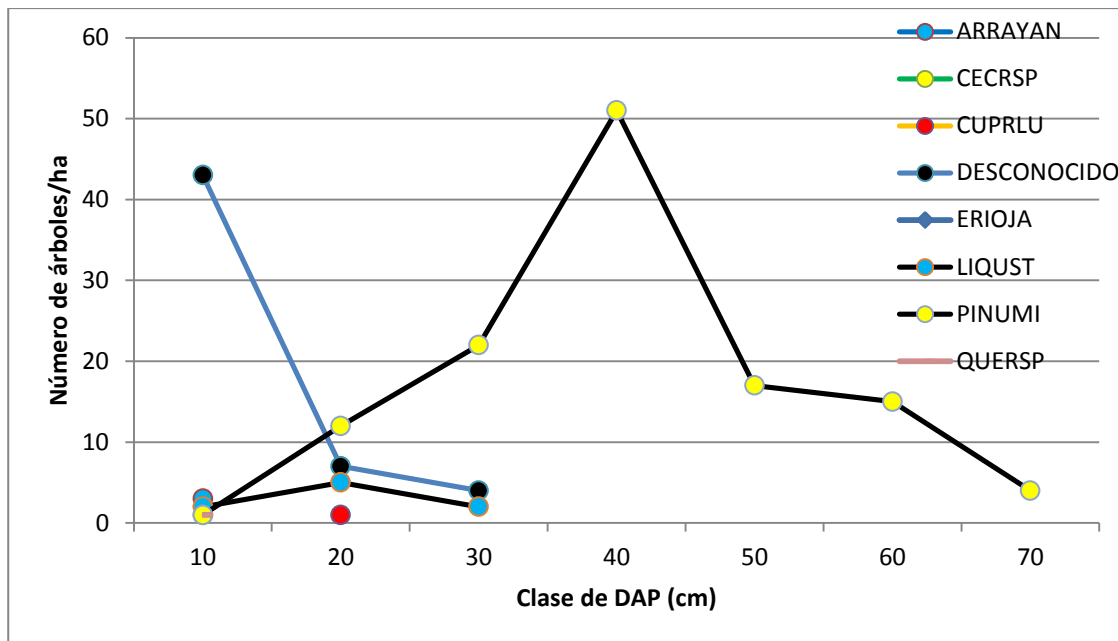


Figura 6. Grafica de distribución diamétrica para coníferas

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

### Altura

La metodología para toma de alturas se basa en la de la vara auxiliar que es la que más se utiliza en el bosque de coníferas para lo cual se utilizó el siguiente equipo: Clinómetro, vara auxiliar 5 metros y formulario

El procedimiento utilizado en el caso de coníferas es apoyado de un asistente que sostiene la vara auxiliar frente a cada árbol y otra persona que se encarga de la toma de porcentajes de tres variables como lo son: porcentaje del ápice, porcentaje de la punta de la vara y el porcentaje de la base del árbol. En este ultima variable en las condiciones de campo se debe de hacer una variación para alcanzar a tener el último dato que corresponde a la base de la del árbol por lo que se realiza una marca a 2 metros de la vara auxiliar para ser tomada como la base del árbol y posteriormente se le suma este dato a la altura final. Lo anterior se trabajó de esa forma debido a la dificultad de ver la base del árbol por las características de las áreas donde se encontraban las parcelas y para el cálculo de la altura se realizó una variación en la fórmula que no afecto el resultado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rango de alturas bosque de coníferas

Especie	Altura (m)						Total general
	5-15	15-25	25-35	35-45	45-55	55-65	
ARRAYAN	2						2
CECRSP	1						1
CUPRLU		1					1
DESCONOCIDO	47	6	1				54
ERIOJA	2						2
LIQUST	3	5					8
PINUMI	5	30	65	18	2	1	121
QUERSP	1						1
<b>Total general</b>	<b>61</b>	<b>42</b>	<b>66</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>190</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

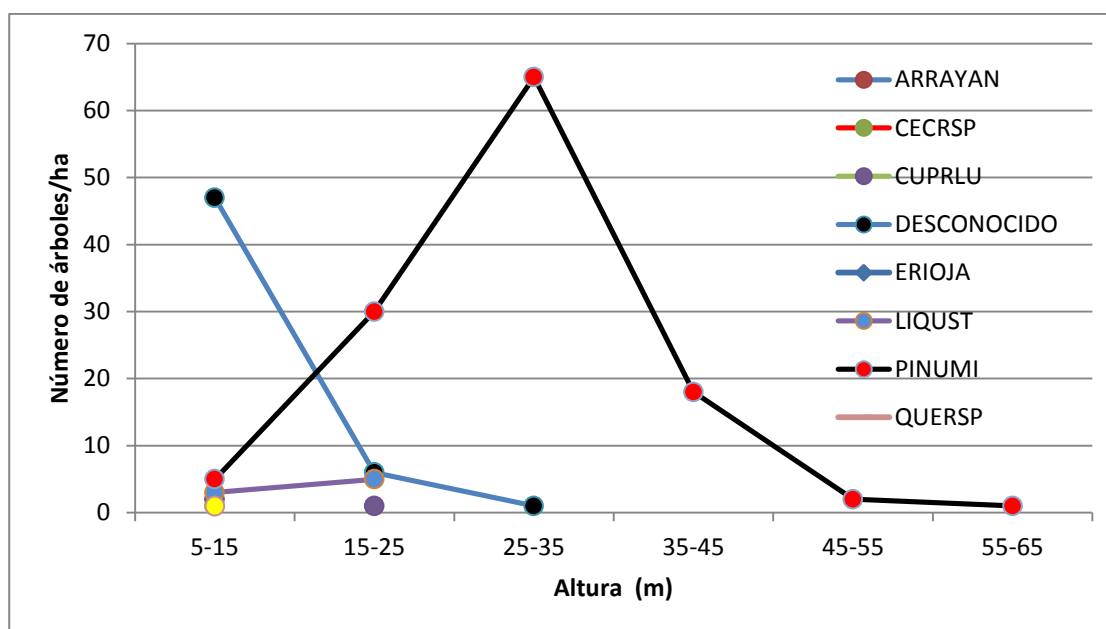


Figura 7. Grafica de distribución de alturas para coníferas

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

## 7.2.2 Bosque latifoliado

### DAP

Para identificar con exactitud el punto de medición del diámetro, se marcó una raya con pintura en spray color fucsia, el lugar donde se tomó dicha medición (Figura 8). Además, se recomienda que la marcación de los árboles se realice de tal manera que al recorrer el cuadrado, la numeración quede frente a la dirección del trayecto que el técnico realiza al moverse de un cuadrado a otro; es decir, que le quede visible cuando registra datos en la fila de cuadrados al norte (1 – 5, 11 – 15, 21 – 25) o al sur (6 – 10, 16 – 20) (Pinelo Morales, 2000).

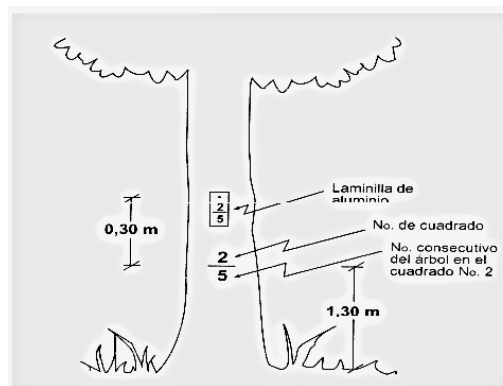


Figura 8. Recomendación de marca DAP

Fuente: (Pinelo Morales, 2000)

Cuadro 4. Rangos de DAP bosque latifoliado

Grupo Comercial	DAP (cm)							Total general
	10-30	30-50	50-70	70-90	90-110	110-130	130-150	
AAACOM	2	2	1			1		6
ACTCOM	22	6	6	5	1	1	1	42
POTCOM	58	15	9					82
SINVAL	481	74	16	3	3		1	578
<b>Total general</b>	<b>563</b>	<b>97</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>708</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

AAACOM: gran valor comercial; ACTCOM: actualmente comercial; POTCOM: potencialmente comercial; SINVAL: sin valor comercial. Fuente: (Manzanero, 1999)

En el anexo 11 se presenta el listado de especies encontradas en el Parque Nacional Laguna Lachua, en el cual se agruparon en los grupos comerciales anteriormente descritos en esta sección del documento.

La distribución diamétrica de los árboles en las parcelas permanentes de medición en el Parque Nacional Laguna Lachuá, coadyuvó para determinar la estructura horizontal, la cual proporcionó una estructura discetánea de los individuos del bosque, es decir se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño. (Figura 9).

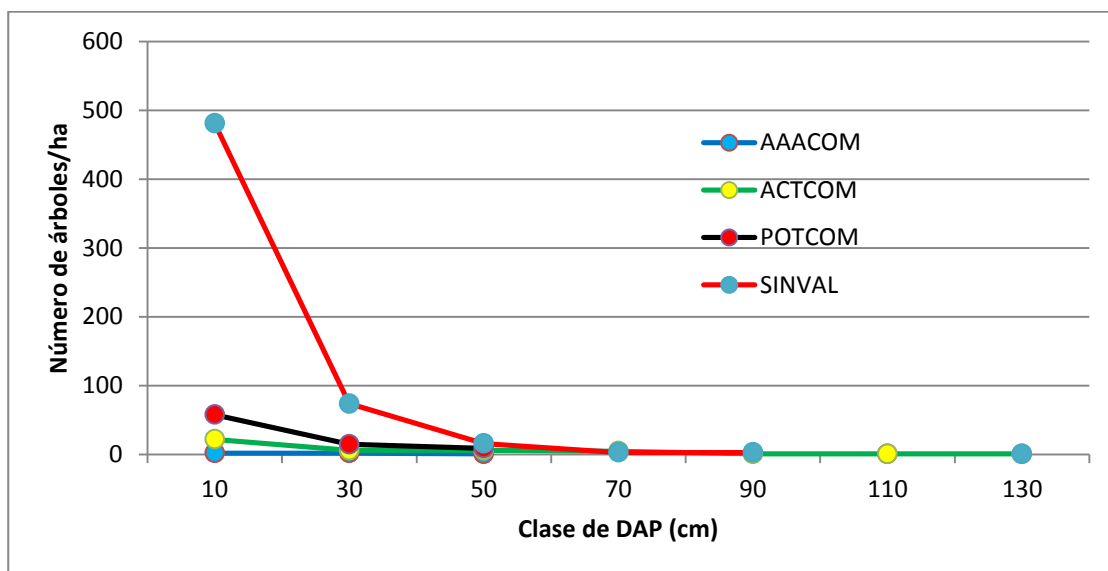


Figura 9. Distribución diamétrica para bosque latifoliado

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

La Figura 9, confirma que el bosque natural latifoliado del Parque Nacional Laguna Lachuá, tiene estructura discetánea debido a la alta variabilidad del tamaño de los árboles presentes dentro del bosque de estudio. El bosque natural Laguna Lachuá, no es más que un bosque secundario maduro, debido a la variabilidad en cuanto al tamaño de los árboles presentes del mismo.



En el cuadro 5, se presenta el resumen de las variables evaluadas en las PPM's del Parque Nacional Laguna Lachúa, correspondientes a la medición del año 2015.

Cuadro 5. Tabla resumen bosque latifoliado

Fecha de Medición	No. Parcela	No. Arb. originales	% Supervivencia	DAP (cm) promedio	Altura (m) Promedio	AB m <sup>2</sup> / parcela	Vol. m <sup>3</sup> / Parcela	AB m <sup>2</sup> / hectárea	Vol. m <sup>3</sup> / hectárea
2015	1	144	76.38	23.60	17.28	7.04	93.56	28.14	374.25
2015	2	139	73.38	24.48	17.16	6.16	81.31	24.63	325.23
2015	3	145	73.10	26.06	18.11	9.82	154.67	38.16	618.70
2015	4	189	78.84	21.41	17.22	7.56	113.80	30.23	455.22
2015	5	149	77.18	24.98	17.19	7.98	110.97	31.92	443.88
2015	6	188	67.02	20.96	14.86	6.68	86.88	26.72	347.52
<b>PROMEDIOS</b>		<b>159</b>	<b>74.32</b>	<b>23.58</b>	<b>16.97</b>	<b>7.54</b>	<b>107.11</b>	<b>29.97</b>	<b>427.46</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

### Altura

La metodología para toma de alturas se basa en la de la vara auxiliar que es la que más se utiliza en el bosque natural para lo cual se utilizó el siguiente equipo: Clinómetro, vara auxiliar 4 metros y formulario

El procedimiento utilizado en el caso del bosque latifoliado requirió el apoyo de los guarda recursos asignados por la administración del parque quienes sostienen la vara auxiliar frente a cada árbol y otra persona que se encarga de la toma de porcentajes de

tres variables como lo son: porcentaje del ápice, porcentaje de la punta de la vara y el porcentaje de la base del árbol.

Cuadro 6. Rangos de alturas bosque latifoliado

Grupo Comercial	Altura (m)					Total general
	2-12	12-22	22-32	32-42	42-52	
AAACOM		2	3	1		6
ACTCOM	3	13	23	3		42
POTCOM	11	37	30	3		81
SINVAL	169	289	111	9	1	579
<b>Total general</b>	<b>183</b>	<b>341</b>	<b>167</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>708</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

AAACOM: gran valor comercial; ACTCOM: actualmente comercial; POTCOM: potencialmente comercial; SINVAL: sin valor comercial. Fuente: (Manzanero, 1999)

Los resultados se presentan en el cuadro 6, lo cual evidencia que las alturas corresponden a árboles jóvenes en su mayoría. En la figura 10, se grafica mejor la distribución de alturas por grupo comercial para el bosque latifoliado del Parque Nacional Laguna Lachuá en donde la mayor cantidad de árboles por hectárea se encuentra en el rango de los 12-22 metros de altura. El grupo comercial que más aporta a este rango es el de las especies sin valor comercial.

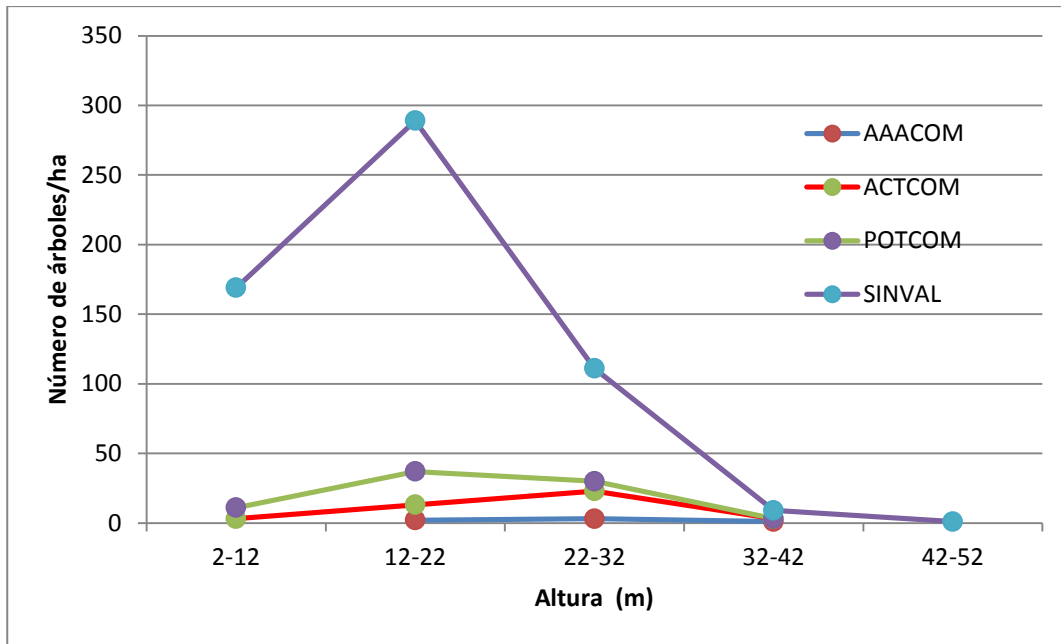


Figura 10. Distribución de alturas para bosque latifoliado

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

Modelo de fórmula utilizada para el cálculo de alturas en coníferas y latifoliadas.

$$\text{Altura total del árbol} = hv * \frac{(\%aa - \%ba)}{(\%esv - \%ba)}$$

Donde:

- hv = altura de la vara (en decímetros)
- %aa = porcentaje al ápice del árbol
- %ba = porcentaje a la base del árbol
- %esv = porcentaje al extremo superior de la vara

**NOTA:** la altura total del árbol se expresa en decímetros.

Figura 11. Modelo de ecuación para estimar alturas

Fuente: (INAB, 2012)

En el bosque latifoliado en el caso específico de las 6 PPM del Parque Laguna Lachua se tomaron alturas totales, utilizando la metodología de la vara auxiliar con clinómetro, debido a que no se está aplicando a cabalidad la metodología, ya que en ninguna de las 4 mediciones anteriores a la 2015 se han tomado alturas.

Para el cálculo del volumen para ambos tipos de bosques se presentan las fórmulas utilizadas a continuación:

Área Basal Se obtiene a partir de la fórmula del área del círculo, expresada como:

$$AB = (\pi / 4) * d^2$$

**Dónde:**

AB = Área Basal (m<sup>2</sup>)

$\pi$  = 3.1416

d<sup>2</sup> = Diámetro al cuadrado (m)

Estimación de Volumen de Coníferas, Según manual técnico forestal (INAB, 1999)

$$Pinus maximinoi V = 0.0044171177 + 0.0000285570 (D^2 H)$$

**Dónde:**

V= Volumen en m<sup>3</sup> sin corteza

D= DAP en cm con corteza

H= Altura total en m

Estimación de Volumen de Latifoliadas.

$$\text{Otras especies: } V = (D^2 * 0.7854 * H_{tot} * 0.60)$$

**Dónde:**

V=Volumen bruto sin corteza en m<sup>3</sup> desde altura del tocón o encima de las gambas

D=DAP o diámetro por encima de gambas en cm

Htot=Largo de fuste en m desde tocón(o encima de gambas) hasta la copa

### **7.3 Objetivo 3. Análisis de la productividad de los bosques naturales de Coníferas y Latifoliados en la Región II.**

#### **7.3.1 Bosque de Coníferas**

Los resultado obtenidos mediante las mediciones realizadas presentan resultados de mejor productividad en la finca rio frio debido a que presenta un volumen de 465.6 metros cúbicos por hectárea con un área basal de 41.9 metros cuadrados. A lo cual corresponde un incremento medio anual en DAP y altura respectivamente de 0.9 centímetros y 0.7 metros. El IMA en volumen es de 11.2 metros cúbicos por hectárea al año (Cuadro 7).

Esto puede estar siendo influenciado por la poca mortalidad que presenta esta área ya que su porcentaje de supervivencia es de 91%, el cual es el mayor en relación a la finca de la Universidad Rafael Landívar a la cual le corresponde un 85% de supervivencia.

La finca de la Universidad Rafael Landívar es en su orden de importancia en cuanto a la productividad la segunda finca con mejores resultados, con un volumen de 389.5 m<sup>3</sup> por hectárea con un área basal de 35.75 m<sup>2</sup>. Los incrementos medios anuales en DAP y altura en su respectivo orden son 1.2 centímetros por año y 0.85 metros por año (Cuadro 7). El incremento medio anual en volumen es de 11.05 m<sup>3</sup> por hectárea al año con una tasa de supervivencia de 85% con respecto a los arboles originales dentro de la parcela.

El área con la más baja productividad es la del Parque Nacional las Victorias, la cual arrojo un volumen de 368.7 m<sup>3</sup> por hectárea con un área basal de 31.45 m<sup>2</sup>. Los incrementos medios anuales en DAP y altura en su orden respectivo son 0.7 centímetros y 0.5 metros. El Incremento medio anual en volumen 5.75 m<sup>3</sup> por hectárea

al año (Ver cuadro 7), con una tasa de supervivencia del 74%. Siendo estos los resultados más bajos en comparación a las áreas evaluadas.

Cuadro 7. Resumen de variables evaluadas en bosque de coníferas

FINCA	DAP cm	Htot m	VOL m <sup>3</sup> /ha	AB m <sup>2</sup> /ha	IMA DAP cm/año	IMA Htot m/año	IMA VOL m <sup>3</sup> /año
Finca Rio Frio	33.9	29.46	465.60	41.90	0.90	0.70	11.20
Universidad Rafael Landívar	38.42	26.87	389.50	35.75	1.2	0.85	11.05
Parque Nacional las Victorias	40.48	28.06	368.70	31.45	0.70	0.50	5.75

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.2 Fenotipo del Bosque

La estructura del bosque, asociada con otros factores que afectan el crecimiento de los árboles (Finegan, 1999), es información importante para estudiar la dinámica de un bosque y prever ciertos tipos de tratamientos silviculturales.

La distribución diamétrica de los árboles en las parcelas permanentes de medición en el Parque Nacional Laguna Lachuá, ayudó para determinar la estructura horizontal, la cual proporcionó una estructura discetánea de los individuos del bosque, es decir se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño; lo que se presenta mediante una distribución del tipo J invertida (Figura 12).

Los bosques de coníferas y mixtos, debido a su composición, estas formaciones vegetales no presentan una diferencia de riqueza en cuanto a especies arbóreas, entre los bosques más jóvenes y los maduros.

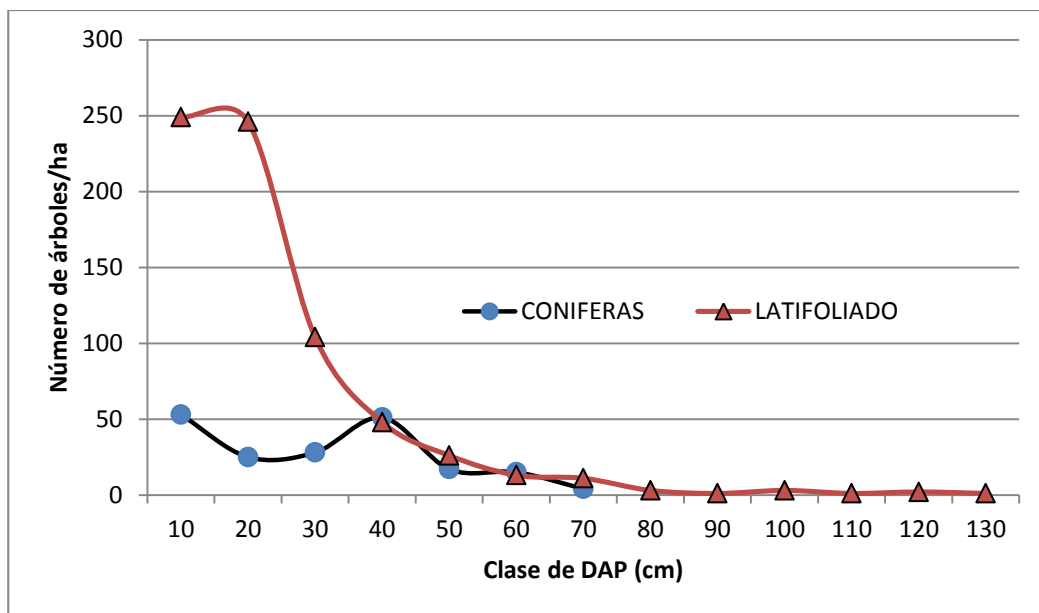


Figura 12. Estructura del bosque de coníferas y latifoliado

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

### 7.3.3 Bosque Latifoliado

El bosque del Parque Nacional Laguna Lachua es un bosque susceptible a los daños por lluvia y aire, lo cual ocasiona el acame o volteo de muchos árboles por lo que la productividad se ve afectada por este aspecto.

En relación a los datos de productividad en si el bosque latifoliado que se encuentra en esta área está produciendo un volumen por hectárea de 427.46 m<sup>3</sup> por hectárea en promedio y un área basal de 29.97 m<sup>2</sup> por hectárea, con diámetros promedios de 23.58 centímetros y una altura promedio de 16.97 metros. El porcentaje de supervivencia para el bosque latifoliado del área de Lachua es de 74.32%, lo cual evidencia la susceptibilidad de este tipo de bosque específicamente el de esta área a los volteos por viento o lluvia (Ver cuadro 8).

En el caso del bosque latifoliado de Lachua no se presentan incrementos debido a que únicamente se tomó en cuenta la medición 2015, por la inconsistencia de los datos de las cuatro mediciones anteriores que ya se explicaron con anterioridad en este mismo

documento. Por tal motivo solo se presentan los datos correspondientes a la última medición.

Cuadro 8. Resumen de variables evaluadas en bosque latifoliado

Finca		DAP	H	Vol m <sup>3</sup> /ha	AB m <sup>2</sup> /ha
Parque Nacional	Laguna Lachua	23.58	16.97	427.46	29.97

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.4 Discusión de resultados

#### Bosque de Coníferas

La productividad del bosque natural de coníferas ha dado como resultado datos interesantes debido a que las áreas con mayor incremento en volumen y área basal se encuentran fuera de áreas protegidas. Ya que se evaluaron dos fincas fuera de áreas protegidas y una finca dentro de áreas protegidas.

La finca con los mejores datos de productividad es la finca Rio Frio, ubicada en el municipio de Santa Cruz Verapaz. En donde se puede observar que esto puede estar siendo influenciado por la tasa más alta de supervivencia registrada entre las 3 fincas evaluadas ya que la finca tiene un 91% de supervivencia de árboles originales dentro de la parcela evaluada. En comparación con la tasa más baja de supervivencia que en este caso se presentó en el Parque Nacional las Victorias con una tasa de 74% que podría ser la causa de la baja productividad del área.

#### Bosque Latifoliado

Chay, (2003), determino las variables DAP, altura y volumen promedio para dos especies, para el caso de la especie de Malerio Colorado se obtuvo una valor promedio para el DAP de 44 cm, la altura promedio fue de 14.70 m y 1.30 m<sup>3</sup> de volumen promedio por árbol, al comparar estos datos con los obtenidos para Santa María, los cuales fueron: 50 cm de DAP, 13.42 m de altura y 1.62 m<sup>3</sup> de volumen, todos promedio,



se puede inferir que hay cierta similitud en el comportamiento de ambas especies ya que las diferencias entre ambas con respecto a estas mediciones son mínimas.

Laj, (2009), determino mediante un estudio en la finca privada Chajumpec ubicada en el municipio de Cobán del Departamento de Alta Verapaz; donde determinó el volumen y el área basal por hectárea para un bosque natural con características de estructura y composición de especies muy similares a las del bosque evaluado en el Parque Nacional Laguna Lachua. Para dicho estudio se elaboró un plan de manejo de protección, el cual incluyo un inventario forestal para 625 hectáreas de bosque natural, el inventario se realizó mediante un muestro aleatorio al azar, donde se establecieron 10 PPM cuadradas de 0.10 hectáreas cada una. La intensidad de muestreo realizada fue de 0.16%. El bosque presentó un área basal promedio por hectárea de 22.60 m<sup>2</sup> y un volumen estimado por hectárea de 333.89 m<sup>3</sup> por hectárea (Ver cuadro 9).

Cuadro 9. Cuadro comparativo bosque latifoliado

<b>Finca</b>	<b>Vol m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>AB m<sup>2</sup>/ha</b>
Parque Nacional Laguna Lachua	427.46	29.97
Finca Chajumpec	333.89	22.60

Fuente: Elaboración propia

La productividad del bosque del Parque Laguna Lachua, se ve reflejada por un volumen de 427.46 m<sup>3</sup> por hectárea promedio y un área basal de 29.97 m<sup>2</sup> por hectárea. Lo cual es superior a los datos de productividad resultantes de la finca Chajumpec que se encuentra dentro del área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua (Ver cuadro 9).

Los datos obtenidos del análisis comparativo entre ambas áreas reflejan una productividad, en la que el bosque de Lachua es superior en volumen por hectárea, así como también una importante diferencia el área basal por hectárea a los datos presentados Laj, (2009). Aunque los estudios no se realizaron en el mismo año se puede determinar que la productividad del bosque natural latifolidado del Parque

Nacional Laguna Lachua está obteniendo mejores incrementos que las áreas aledañas o cercanas.

La composición en cuanto a estructura y composición de especies es muy similar a la encontrada en el bosque del Parque Nacional Laguna Lachua, en relación a la investigación realizada por Laj, (2009). La cual se evidencia en el cuadro No 11 En el cual se describen las especies en su orden de importancia de especies altamente comerciales y especies potencialmente comerciales.

En el cuadro 10, se realizó un análisis de los dos grupos comerciales más importantes para determinar datos promedio de las especies, así como la frecuencia de las especies de manera individual y el aporte que estos grupos comerciales presentan en función del área basal en metros cuadrados por hectárea y volumen en metros cúbicos por hectárea.

Castellanos en 2005, determino la densidad hectárea y el área basal por hectárea para el bosque natural de la comunidad popular en resistencia de Petén, comunidad Salvador Fajardo, la Libertad Petén; en donde determino que existían 0.5 arb/ha, 0.017 M<sup>2</sup> AB/ha y 0.091 M<sup>3</sup>/ha, para la especie de Caoba. Para el grupo comercial AAACOM en conjunto reporto 0.90 arb/ha, 0.336 M<sup>2</sup> AB/ha y 0.226 M<sup>3</sup>/ha.

Para el grupo comercial de especies actualmente comerciales reporto 32.90 arb/ha, con un área basal de 2.930 M<sup>2</sup>/ha y un volumen por hectárea de 23.777 M<sup>3</sup>/ha. En su análisis Castellanos determino que las densidades y datos presentados se vieron afectados por un posible aprovechamiento forestal dirigido a los grupos comerciales importantes.

Los resultados en el cuadro 10, presentan una superioridad del bosque del Parque Nacional Laguna Lachua; en cuanto a la densidad y volumetría por hectárea en relación a los datos presentados por Castellanos en 2005 para los dos grupos comerciales más importantes. El bosque de Lachua presenta una densidad para caoba de 2 arb/ha, con

un área basal de 2.04 M<sup>2</sup>/ha y un volumen de 36.60 M<sup>3</sup>/ha. Lo cual se debe a que es un bosque dentro de un área protegida en donde no se presentan intervenciones humanas de aprovechamientos forestales, si no únicamente los disturbios naturales del área y mortandad por eventos naturales.

Cuadro 10. Resumen de los dos grupos más importantes para bosque latifoliado

<b>GRUPO COMERCIAL</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>DAP (cms) promedio</b>	<b>H (m) promedio</b>	<b>Arb/ha</b>	<b>AB M<sup>2</sup>/ha</b>	<b>Vol M<sup>3</sup>/ha</b>
<b>AAACOM</b>	Caoba	74.33	31.09	2	2.04	36.60
	Rosul	24.55	19.61	2	0.39	9.21
	Subtotal			<b>4</b>	<b>2.43</b>	<b>45.81</b>
<b>ACTCOM</b>	Canxán	56.45	25.88	5	4.11	69.54
	Hormigo blanco	55	26.73	1	0.95	15.24
	San Juan	31.31	18.04	9	1.29	18.63
	Santa María	33.89	26.27	9	0.98	12.28
	Sangre	47.17	23.40	4	1.59	30.81
	Subtotal			<b>28</b>	<b>8.92</b>	<b>146.50</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

En la figura 13, se comprueba la aportación de cada uno de los grupos comerciales definidos para el bosque latifoliado del Parque Nacional Laguna Lachua, en donde se demuestra que el grupo que más aporta es el de las especies sin valor comercial con un 47 % del volumen total promedio por hectárea que se presenta, seguido por el grupo de las actualmente comerciales que tiene un 27 % del volumen por hectárea, las especies potencialmente comerciales tienen un 17 % del volumen total y el restante 9 % corresponde a las especies de gran valor comercial que en este caso se presentan en el cuadro 10.



Figura 13. Aporte de volumen por grupo comercial

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

Cuadro 11. Identificación de especies por grupo comercial

No.	Nombre Común	Nombre científico
<b>AAACOM</b>		
1	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
2	Rosul	<i>Dalbergia stevensoni</i>
<b>ACTCOM</b>		
3	Canxán	<i>Terminalia amazonia</i>
4	Hormigo blanco	<i>Platymicium dimorphandrum</i>
5	San Juan	<i>Vochysia guatemalensis</i>
6	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>
7	Sangre	<i>Virola koschnyi</i>
<b>POTCOM</b>		

8	Chichipaté	<i>Sweetia panamensis</i>
9	Lagarto	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>
10	Luin hembra	<i>Ampelocera hottlei</i>
11	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>
12	Ramon blanco	<i>Brosimum alicastrum</i>
13	Ramon colorado	<i>Trophis racemosa</i>
14	Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>
<b>SINVAL</b>		
Se encontraron 32 especies sin valor comercial en las PPM's del Parque Nacional Laguna Lachua (anexo 11)		

Fuente: (Manzanero, 1999.)

AAACOM: gran valor comercial; ACTCOM: actualmente comercial; POTCOM: potencialmente comercial; SINVAL: sin valor comercial. Fuente: (Manzanero, 1999).

El cálculo de volumen se hizo mediante un factor de forma debido a que la fórmula aprobada por la FAO para bosques latifoliados y utilizada por el Parque Nacional Laguna Lachua contempla el uso de altura comercial y la altura tomada en campo fue la altura total. Por lo que se debió calcular de esta forma para no sobreestimar la productividad en volumen de metros cúbicos por hectárea área evaluada.

#### **7.4 Otros resultados del Ejercicio de Práctica Profesional Supervisada**

Como apoyo técnico al INAB se realizaron las siguientes actividades de acompañamiento:

##### **7.4.1 Establecimiento de PPM**

Se establecieron 22 nuevas PPM en plantaciones forestales, en la subregión II-1 Tactíc. El establecimiento de dichas parcelas fue en respuesta a la necesidad de la institución de satisfacer y cumplir con el establecimiento de nuevos experimentos en diferentes especies, las cuales fueron identificadas previamente por estrato y subregión.

Cada experimento cuenta con las normas y lineamientos que establece la metodología para PPM en plantaciones utilizada por INAB.

También se realizó la digitalización de las 22 boletas de campo, tanto escaneo de cada una, así como su ingreso al programa definido por la institución para su procesamiento que es programa MIRASILV.

#### **7.4.2 Remediación de PPM**

Remediación y mantenimiento de 17 de las 22 PPM establecidas en la Subregión II-1 Tactíc. El mantenimiento y remediación se realizó basados en la metodología establecida que se utiliza para este proceso y que está basada en la metodología de establecimiento de PPM en plantaciones. Las 5 PPM que fueron desactivadas son: 2 PPM en la finca Secacao propiedad de la Hidroeléctrica Secacao S.A. ubicada en el municipio de Senahú, 1 PPM en la finca Secacao propiedad del señor Edgar Primitivo Vaidez ubicada en el municipio de Senahú, 2 PPM en la finca Chojol propiedad del señor Rodolfo Aguirre Wyld ubicada en el municipio de Tactíc A.V.

Se realizó la digitalización de las 17 boletas de campo, tanto escaneo de cada una, así como el ingreso de cada una de las remediciones al programa definido por la institución para su procesamiento que es programa MIRASILV.

#### **7.4.3 Apoyo a otras Subregiones**

El cuadro 12 presenta un resumen de los apoyos realizados en subregiones de la Región II del INAB.

Cuadro 12. Resumen de apoyo a subregiones

<b>Lugar</b>	<b>Subregión</b>	<b>No. PPM Establecidas</b>	<b>No. PPM Remedidas</b>
Ixcán, el Quiche	II-6	7	
Salacuín, Cobán A.V.	II-7	3	4
Empresa Campesina	II-3	3	

Asociativa (ECA) Cobán			
Fray Bartolomé de las Casas	II-5	10	4
<b>TOTALES</b>		<b>23</b>	<b>8</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)

#### **7.4.4 Evaluación de la Regeneración Natural de Pino Candelillo (*Pinus maximinoi* H.E. Moore), en Alta y Baja Verapaz.**

La investigación radica en la importancia de conocer la capacidad de regeneración de la especie posterior a una perturbación, en ambos tipos de disturbio, en este caso aprovechamientos forestales y disturbios naturales se plantea generar información que evidencia la calidad de regeneración en función del disturbio que la genere.

La variabilidad en la densidad de la regeneración natural para la especie *Pinus maximinoi* H. E. Moore, está en función del tiempo en que se produjo el disturbio natural o antrópico, siendo las áreas naturalmente desprovistas de cobertura forestal las que mayor regeneración presentan para el presente estudio, siendo las mejores áreas las siguientes: Universidad Rafael Landívar Sede de las Verapaces, Escuela de Formación Agrícola EFA Cobán.

Para el caso de las áreas perturbadas en este caso por aprovechamientos forestales con cortas selectivas a un 50 % de intensidad son las que presentan una regeneración del área mayor que las áreas evaluadas donde se aplicó el tratamiento corta final dejando arboles semilleros, que para este último caso no se observa regeneración natural a poco más de un año del aprovechamiento forestal de las áreas.

En las áreas evaluadas donde se realizaron aprovechamiento forestales bajo el tratamiento silvícola corta final dejando arboles padres no se presentó regeneración en ninguna de las dos fincas evaluadas a un año haberse realizado el aprovechamiento forestal. Específicamente en la finca Chialli, ubicada en el municipio de Tactic, se deben

resaltar dos aspectos el tiempo y también el ataque por parte de las ardillas que acabaron con los conos por lo que se considera que esos fueron los factores que provocaron la nula regeneración natural además de que la regeneración natural no se presenta a un año del disturbio.

Las densidades se presentan en el cuadro 13, en función del disturbio que las genero.

Cuadro 13. Resultados de evaluación de la regeneración natural

No.	UBICACIÓN	No. PPM	DENSIDAD /PPM	DENSIDAD /HA	AÑO DIST.	DAP PROM.	ALTURA PROM.
1	SAN JERONIMO B.V.	3	21	2100	2012	3.48	3.68
2	SALAMA B.V.	2	13	1300	2013	1.53	1.64
3	SAN JUAN CHAMELCO	3	23	2300	2012	2.94	2.67
4	COBAN A.V.	3	40	4000	2012	1.19	1.19
5	TACTIC A.V.	3	18	1800	2014	3.39	2.79
	<b>PROMEDIOS</b>		<b>23</b>	<b>2300</b>		<b>2.51</b>	<b>2.40</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2015)



## VIII. CONCLUSIONES

- 8.1 La rehabilitación de parcelas permanentes de medición forestal en bosques naturales de coníferas y latifoliados se realizó bajo la metodología adoptada por INAB, para lo cual 5 PPM corresponden a bosque natural de coníferas distribuidas en tres fincas: 2 PPM en el Parque Nacional las Victorias ubicado en el municipio de Cobán A.V., 2 PPM en la Universidad Rafael Landívar ubicada en San Juan Chamelco y 1 PPM en la finca Rio Frio ubicada en Santa Cruz Verapaz. En bosque natural latifoliado se rehabilitaron 6 PPM que se encuentran en el Parque Nacional Laguna Lachua.
- 8.2 Los resultados de variables dasométricas del bosque natural de coníferas denotan un mayor número de individuos en el rango de 35 a 45 cms, así como también un mayor número de individuos en el rango de altura de 25 a 35 metros. La distribución diamétrica de los árboles en las PPM en el Parque Nacional Laguna Lachuá, coadyuvó para determinar la estructura horizontal, la cual proporcionó una estructura discetánea de los individuos del bosque, lo que se presenta mediante una J invertida lo cual es una distribución normal para este tipo de bosque.
- 8.3 El análisis de la productividad del bosque de coníferas dio como resultado que el área con mayor productividad es la finca Rio Frio con  $465 \text{ m}^3/\text{ha}$  y  $41.9 \text{ m}^2/\text{ha}$  de área basal, seguida en su orden de productividad por la finca de la Universidad Rafael Landívar con  $389.5 \text{ m}^3/\text{ha}$  y  $35.75 \text{ m}^2/\text{ha}$  de área basal. El área con más baja productividad es el Parque Nacional Las Victorias con  $368.7 \text{ m}^3/\text{ha}$  y  $31.45 \text{ m}^2/\text{ha}$  de área basal. El bosque latifoliado del Parque Nacional Laguna Lachua presenta una productividad  $427.46 \text{ m}^3/\text{ha}$  con un área basal de  $29.97 \text{ m}^2/\text{ha}$ , lo cual es superior a áreas con similares condiciones de estructura y composición de especies como lo demostró Castellanos, (2005) y Laj, (2009).

## **IX. RECOMENDACIONES**

- 9.1 El monitoreo de los experimentos que se encuentran en la Región II deben de ser mejor planificados y establecer convenios con los propietarios de fincas privadas o universidades de la región, para evitar perder experimentos por falta de seguimiento como se dio en los dos bosques evaluados.
- 9.2 La metodología de toma de datos del bosque natural latifoliado se recomienda establecerla para el caso del DAP, en la raya que divide el número de cuadrante y el número correlativo del árbol para unificar un criterio y de esta manera evitar diferencias en la altura de toma del DAP como se muestra en la figura 8 en este documento.
- 9.3 El Parque Nacional Laguna Lachua debiera de implementar una metodología si existiera para evaluar la productividad del bosque del área y socializarla para conocimiento del sector forestal, ya que en ninguna de las mediciones anteriores a la 2015 se han tomado alturas a los arboles dentro de las parcelas lo que dificulta su análisis en función de la productividad y la dinámica de crecimiento del bosque latifoliado del parque.
- 9.4 Instalar nuevos experimentos en los bosques naturales de la Región II, aplicando las metodologías a cabalidad para tener obtener un mejor panorama de la situación de los bosques de la región, en función del monitoreo de parcelas permanentes de medición forestal.

## X. BIBLIOGRAFIA

Alder, D. (1980). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Volumen 2 predicción del rendimiento. FAO, Roma. 22/2, 118 p.

Alder, D; Synnott, T.J. (1992). Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Oxford, England, Oxford Forestry Institute. 124 p.  
(Tropical Forestry Papers no. 25).

Alvarado, (2003). Tablas de volumen local para santa maría (*calophyllum brasiliense* camb.) y malerio colorado (*aspidosperma megalocarpum* muell.) en la unidad de manejo las ventanas, zona de usos múltiples de la reserva de la biosfera maya. Petén, Guatemala.

BOLFOR; PROMABOSQUE. (1999). Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM's), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Congreso de la Republica. Decreto 101-96 Ley Forestal y su Reglamento de Guatemala (1996). Disposiciones Generales. Cap. 1

Camacho, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: guía para el establecimiento y medición. Turrialba, CATIE. 53 p.

Castellanos, C. (2005). Inventario Forestal del Bosque Natural de la comunidad Popular en Resistencia de Petén, Comunidad Salvador Fajardo, la Libertad Petén, Tesis, Ing. For. Universidad de San Carlos de Guatemala, Santa Elena Petén

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) División de Investigación y Desarrollo. (2000). Manual Técnico No. 40. Manual para el

establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Peten, Guatemala. Turrialba, Costa Rica. 7p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) División de Investigación y Desarrollo. (2012). Boletín Técnico 128. La red de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones, bosque natural, latifoliado y de coníferas en Guatemala. Turrialba, Costa Rica. 7-9p. Recuperado el 08 de Septiembre 2013, de

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) División de Investigación y Desarrollo. (2013). Informe Técnico No. 309. Guía Para la Rehabilitación de Parcelas Permanentes de Medición Forestal en bosque latifoliado de Guatemala y Honduras.

De la Cruz, J. R. (1982). Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Instituto Nacional Forestal, Unidad de Evaluación y Promoción, Dirección General De Servicios Agrícolas. Guatemala, C. A. 29 p. Recuperado el 02 de octubre 2013, de

Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR). (2000). Las Parcelas de Muestro Permanente: Bases Para Estudios de Crecimiento y Rendimiento en Bosques de Pino en Honduras. Honduras C.A. 2000

Escobedo, M. A. (2005). Guatemala Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, CCAD Estrategia Forestal Centroamericana, EFCA UICN-Unión Mundial para la Naturaleza. 31 p. Recuperado el 16 de septiembre 2013, de

[https://www.google.com.gt/?gws\\_rd=cr&ei=3pRLUqzyDYq49qSlk4CYDg#q=que+e+s+conesforgua](https://www.google.com.gt/?gws_rd=cr&ei=3pRLUqzyDYq49qSlk4CYDg#q=que+e+s+conesforgua)

- Finegan, B; Camacho, M. (1999). Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest, 1988-1996. Forest Ecology and Management 121:177-189.
- González, S. (2006). Contribución al manejo de plantaciones establecidas por el programa de incentivos forestales –PINFOR- en la sub-región II-3 del Instituto Nacional de Bosques –INAB- Cobán, Alta Verapaz. Trabajo de Graduación, Inga. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 5-18 p.
- INAB (1999). Manual Técnico Forestal. Instituto Nacional de Bosques. Ed. Guatemala. 110 p.
- INAB (2001). Manual para la elaboración de planes de manejo forestal en bosques de coníferas (modelo centroamericano). Ed. PROCAFOR. Guatemala. 264 p.
- INAB (2007). Resolución No. JD.01.35.2010 Reglamento de Programas de Incentivos Forestales. Monitoreo y Evaluación de Proyectos. Cap. III.
- INAB (2010). Reglamento del programa de incentivos forestales: Resolución No. JD.01.35.2010. INAB: Guatemala, Guatemala. 7 p.
- INAB. (2012). Guía para el establecimiento, monitoreo y rehabilitación de parcelas permanentes de medición forestal en bosques naturales de coníferas. 42pp.
- INAB. (2012). Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo. Guatemala. 24pp.
- IARNA-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). (2012). Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. Guatemala. 440 p.

INAB. (2015). Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en Guatemala. Serie Técnica No. DT-001(2015). Guatemala. 42 p.

Laj, S. (2009). Efectos del Programa de Incentivos Forestales, PINFOR, en la reserva forestal de la finca privada Chajumpec, ubicada en el municipio de Cobán. Tesis, Ing. For. Guatemala, Guatemala. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.

Manzanero, M. 1999. Evaluación de la estructura y composición florística de la sucesión secundaria en áreas disturbadas, bosque húmedo subtropical en la concesión forestal comunitaria de Carmelita, San Andrés, Petén. Tesis Ing. For. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Nor-Occidente. Flores, Petén, Guatemala. pág. 191.

Monterroso, S. (2009). Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuesta de inversión. Facultad de Ciencias Económicas. Guatemala, Guatemala. 122p.

Pinelo, (1997). Dinamica del bosque petenero: avances de investigación en Petén, Guatemala. Colección manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Maya No.7, Informe Técnico No. 296, CATIE-CONAP. 11p.

Pinelo, (2000). Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala.

Picos, J. & Cogolludo, M. Á.(2007-2008). Apuntes de Dasometría. Escola Universitaria de Exeñería Técnica Forestal. Universidad de Vigo. 191p.

PRODAN, M., R. PETERS, F. COX y P. REAL. (1997). Mensura Forestal. Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica.

Ramírez P. (2000). Plan de manejo de protección de la finca Chajumpec. Guatemala. Instituto Nacional de Bosques.

Synnott, T.J. (1979). A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Oxford, England, CFI. Tropical Forestry Papers no. 14. 67 p. (Traducción libre de J. Valerio en 1991, y que suele aparecer citado como Synnott 1991).

Synnott, T.J. (1991). Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Traducido por Juvenal Valerio. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. Costa Rica. 103 p.

Saravia, P.P. (1995). Guía para la instalación de parcelas permanentes de medición, para estudios de Crecimiento y Rendimiento (PPM) en Lomerío.

SEGEPLAN, (2011). Plan de Desarrollo Departamental de Alta Verapaz 2011-2025. Guatemala. 110 p. Recuperado el 25 de Octubre 2014, de

[file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Escritorio/PDD\\_16\\_1.pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Escritorio/PDD_16_1.pdf)

Ugalde, L. (1998). Productividad y cuantificación económica de los productos de raleos en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 16 p.

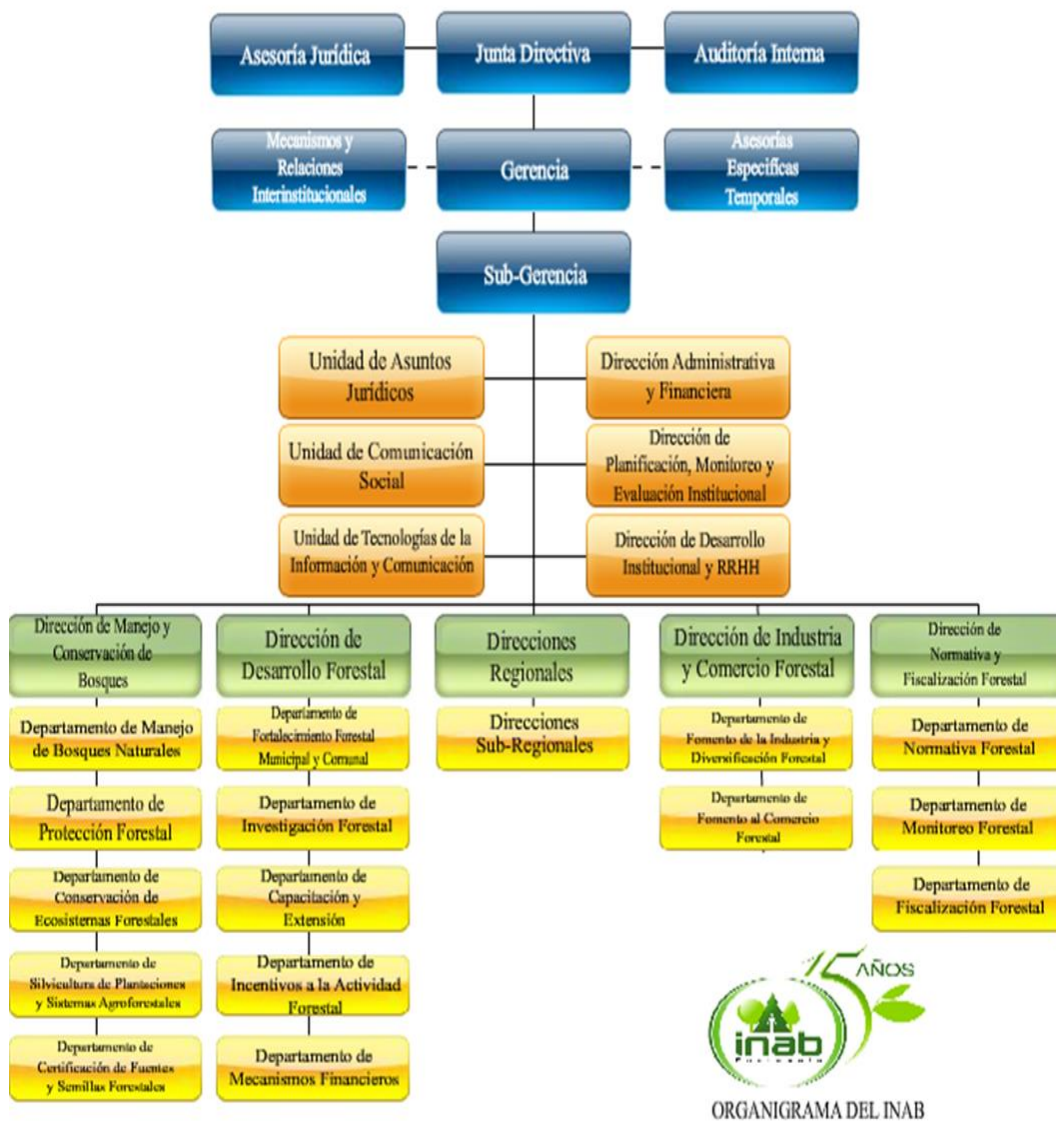
Ugalde, L. (2000). Guía para el Establecimiento y Medición de Parcelas para el Monitoreo y Evaluación del Crecimiento de Árboles en Investigación y en Programas de Reforestación con la Metodología del Sistema Mira. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 16 p. Recuperado el 02 de octubre 2013, de

Ugalde, L. (2003). El Sistema Mira-Silv, Componente de Silvicultura, Manual del Usuario, Versión 2.9-2003. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.

Ugalde, L. (2003). Guía para el Establecimiento y Medición de Parcelas para el Monitoreo y Evaluación del Crecimiento de Árboles en Investigación y en Programas de Reforestación con la Metodología del Sistema Mira. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 103 p.



## **XI. ANEXOS**



Anexo 1. Figura 14 Organigrama administrativo del Instituto Nacional de Bosques

Fuente: SIFGUA (INAB, 2012)





(FORMULARIO 1)

RED DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL  
EN BOSQUES NATURALES DE CONÍFERAS

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PARCELA

Parcela No. \_\_\_\_\_ Nombre de la Finca: \_\_\_\_\_  
Región: \_\_\_\_\_ Sub Región: \_\_\_\_\_ Establecida por: \_\_\_\_\_  
Fecha de establecimiento: (dd/mm/aaaa): \_\_\_\_\_  
Especie dominante: \_\_\_\_\_  
Modelo de corteza: \_\_\_\_\_  
Hoja cartográfica: \_\_\_\_\_ Elevación (msnm): \_\_\_\_\_  
Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_  
Calidad de sitio: \_\_\_\_\_ Índice de sitio: \_\_\_\_\_  
Aspecto: \_\_\_\_\_ Pendiente (%): \_\_\_\_\_  
Tipo de suelo: \_\_\_\_\_ pH: \_\_\_\_\_  
Pedregosidad: \_\_\_\_\_ Drenaje: \_\_\_\_\_  
Tipo de tenencia: \_\_\_\_\_ Propietario: \_\_\_\_\_  
Zona de vida: \_\_\_\_\_

Croquis de ubicación de la parcela

Observaciones: \_\_\_\_\_

Anexo 3. Figura 16 Formulario Descripción general de la parcela para Coníferas



(FORMULARIO 2A)

RED DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL  
EN BOSQUES NATURALES DE CONÍFERAS

LOCALIZACIÓN DE LOS ÁRBOLES DENTRO DE LA PARCELA

Parcela No. \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Árbol	Azimut	Distancia (m)	Árbol	Azimut	Distancia (m)	Árbol	Azimut	Distancia (m)

OBSERVACION: Adjuntar croquis de ubicación de los árboles

Anexo 4. Figura 17 Formulario 2A, Localización de los árboles dentro de la parcela para Coníferas



(FORMULARIO 2B)  
RED DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL  
EN BOSQUES NATURALES DE CONÍFERAS

REGISTRO DE LAS MEDIDAS BÁSICAS DE LOS ÁRBOLES

Parcela No. \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

No. Árbol	Sp.	DAP (mm)	Edad (años)	Dominancia	Mortalidad	Forma de fuste	Salud del árbol

Anexo 5. Figura 18 Formulario 2B Registro de las medidas básicas de los árboles para coníferas

BOSQUES NATURALES TROPICALES: PROYECTO RENARM/PBN - CATIE

Árboles DAP ≥ 10 cm Cuadrato 10\*10 m

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_

Código País   Código tratamiento

Código Sitio    Expto. Num.

Parcela Número       Cuadrato Número

CLASE	DE	BOSQUE:
_____		
IDENTIFICADOR:		
_____		
MEDIDOR:		
_____		
ANOTADOR:		
_____		

MUESTREO DIAGNÓSTICO	
DAP 60+ cm	
Especie:	Cl. Calidad Fuste
DESEABLE SOBRESALIENTES	
OTRUSO:	MADERA: (10-59 cm dap)
Clase D.S (1,2,3,9)	Clase D.S (1,2,3,9)
Esp: _____ <input type="checkbox"/>	Esp: _____ <input type="checkbox"/>
Cl. ítem. D.S.	Cl. ítem. D.S.
Dap: _____	Dap: _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FECHA	d	M	a	EXIST
Calendario				1. Sí
Decimal				9. No

DENSIMETRO (1,3 msn)		1.Luz	%S	5.Luz	%S	13.Luz	%S	21.Luz	%S	25.Luz	%S	Cl. ítem. de la parcela (1,3 m): (D.S.9)				
Árb. No. Conse cutivo	IDEN	NOMBRE		GRUPO COMERCIAL		DESCRIPCION DEL ARBOL INDIVIDUAL								OBSERVACIONES		
	Clase ídent fuste (4)	Nombre vernacular	Madera	OTRUSO	DIAM Dap (cm)	FUSTE Cl Cal (5)	ALTURA Total (m)	COPA ítem (3) Forma (6)		LIANAS	TRAMTO SILVICULTURAL (8)					

OTRUSO: abarca: Frutas comestibles comercializables (FRU, FR) - Frutos para la fauna (FRUFAU) - Látex comercializable (LTX, LX) - Uso medicinal (MED-ME) - Apicultura (POL, PO)

Anexo 6. Figura 19 Formulario para la toma de datos de árboles de la parcela para bosques latifoliados

## Formulario de toma de datos de reclutas en la parcela

Parque Nacional Tikal  
Parcelas permanentes de medición forestal

2da medición/inclusión de  
reclutas + árboles olvidados  
Fecha \_\_\_\_\_  
Página \_\_\_\_\_

Identificador \_\_\_\_\_  
Medidor \_\_\_\_\_  
Anotador \_\_\_\_\_

Par	Sub	Arb	IDENT	Nombre	Dap	HDap	Fuste	ILUM	FCopa	LIANA	CoorX	CoorY	Obs

Anexo 7. Figura 20 Formulario para reclutas en parcelas de bosque latifoliado



## INAB - PINFOR SEDE CENTRAL - DIGITALIZADOR

## Promedios por Parcela de Mediciones de Árboles en Pie

Todas las mediciones; Inventario más reciente; Parcelas permanentes

Cód. país: GT Proy.: REGION II (II)

Ns. Sitio: 001

Nombre del sitio: PARQUE NACIONAL LAS VICTORIAS

Fecha plantación	N. S. med.	Edad (m.)	Edad (a.)	Cód. Lote	Experim.	Cód. Tratam.	Ns. Trat.	Núm. Rep.	Especie	Árb. Ori. (pa.)	Árb. Viv. (pa.)	Sup. (%)	Ejes Viv. (ha)	Espacia- miento (cm)	Área Neta (m2)	DAP Prom. (cm)	IMA DAP (cm)	Altura total (m)	IMA Alt. (m)	Alt. Dom. (m)	Ind. Sitio (m)	Área Basal (m2/Ha)	ICA AB (m2/ Ha)	Vol. Tot. (m3/ha)	IMA VT (m3/ha por año)	ICA VT (m3/ Ha)
12/09/54	1	612	51.0	02	45	PINUMI45	45	0	PINUMI	27	27	100	270	0x0	1000	36.4	0.7	26.5	0.5	26.5	--	28.1	--	274.7	5.4	--
12/09/54	2	729	60.8	02	45	PINUMI45	45	0	PINUMI	27	15	56	150	0x0	1000	43.9	0.7	24.8	0.4	28.7	--	22.7	-0.5	229.7	3.8	-4.6
27/09/49	1	672	56.0	02	46	PINUMI46	46	0	PINUMI	34	34	100	340	0x0	1000	34.3	0.6	28.5	0.5	28.5	--	31.5	--	331.9	5.9	--
27/09/49	2	748	62.3	02	46	PINUMI46	46	0	PINUMI	34	28	82	280	0x0	1000	42.5	0.7	28.5	0.5	28.5	--	39.7	1.3	416.2	6.7	13.3
27/09/49	3	788	65.7	02	46	PINUMI46	46	0	PINUMI	34	25	74	250	0x0	1000	45.3	0.7	32.0	0.5	38.8	--	40.2	0.2	507.7	7.7	27.5

## INAB - PINFOR SEDE CENTRAL - DIGITALIZADOR

## Promedios por Parcela de Mediciones de Árboles en Pie

Todas las mediciones; Inventario más reciente; Parcelas permanentes

Cód. país: GT Proy.: REGION II (II)

Ns. Sitio: 002

Nombre del sitio: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha plantación	N. S. med.	Edad (m.)	Edad (a.)	Cód. Lote	Experim.	Cód. Tratam.	Ns. Trat.	Núm. Rep.	Especie	Árb. Ori. (pa.)	Árb. Viv. (pa.)	Sup. (%)	Ejes Viv. (ha)	Espacia- miento (cm)	Área Neta (m2)	DAP Prom. (cm)	IMA DAP (cm)	Altura total (m)	IMA Alt. (m)	Alt. Dom. (m)	Ind. Sitio (m)	Área Basal (m2/Ha)	ICA AB (m2/ Ha)	Vol. Tot. (m3/ha)	IMA VT (m3/ha por año)	ICA VT (m3/ Ha)
08/10/87	1	216	18.0	01	55	PINUMI55	55	0	PINUMI	28	28	100	280	0x0	1000	29.6	1.6	22.4	1.2	22.5	--	19.3	--	162.2	9.0	--
08/10/87	2	332	27.7	01	55	PINUMI55	55	0	PINUMI	28	25	89	250	0x0	1000	41.0	1.5	29.3	1.1	31.3	--	33.0	1.4	364.1	13.2	20.9
07/10/68	1	444	37.0	01	54	PINUMI54	54	0	PINUMI	31	31	100	310	0x0	1000	38.8	1.0	26.1	0.7	26.2	--	36.7	--	357.1	9.7	--
07/10/68	2	560	46.7	01	54	PINUMI54	54	0	PINUMI	31	25	81	250	0x0	1000	44.3	0.9	29.7	0.6	29.7	--	38.5	0.2	414.9	8.9	6.0

## INAB - PINFOR SEDE CENTRAL - DIGITALIZADOR

## Promedios por Parcela de Mediciones de Árboles en Pie

Todas las mediciones; Inventario más reciente; Parcelas permanentes

Cód. país: GT

Proy.: REGION II (II)

Ns. Sitio: 003

Nombre del sitio: FINCA RIO FRIO

Fecha plantación	N.S. med.	Edad (m.)	Edad (a.)	Cód. Lote	Experim.	Cód. Tratam.	Ns. Trat.	Núm. Rep.	Especie	Arb. Ori. (pa.)	Arb. Viv. (pa.)	Sup. (%)	Ejes Viv. (ha)	Espacia- miento (cm)	Area Neta (m2)	DAP Prom. (cm)	IMA DAP (cm)	Altura total (m)	IMA Alt. (m)	Alt. Dom. (m)	Ind. Sitio (m)	Area Basal (m2/Ha)	ICA AB (m2/ Ha)	Vol. Tot. (m3/ha)	IMA VT (m3/ha por año)	ICA VT (m3/ Ha)
25/09/73	1	384	32.0	03	47	PINUMI47	47	0	PINUMI	45	45	100	450	0x0	1000	30.6	1.0	27.8	0.9	27.8	--	33.0	--	342.8	10.7	--
25/09/73	2	465	38.8	03	47	PINUMI47	47	0	PINUMI	45	42	93	420	0x0	1000	35.0	0.9	32.3	0.8	40.4	--	40.3	1.1	508.8	13.1	24.6
25/09/73	3	500	41.7	03	47	PINUMI47	47	0	PINUMI	45	41	91	410	0x0	1000	36.1	0.9	28.3	0.7	36.8	--	41.9	0.5	465.6	11.2	-14.8

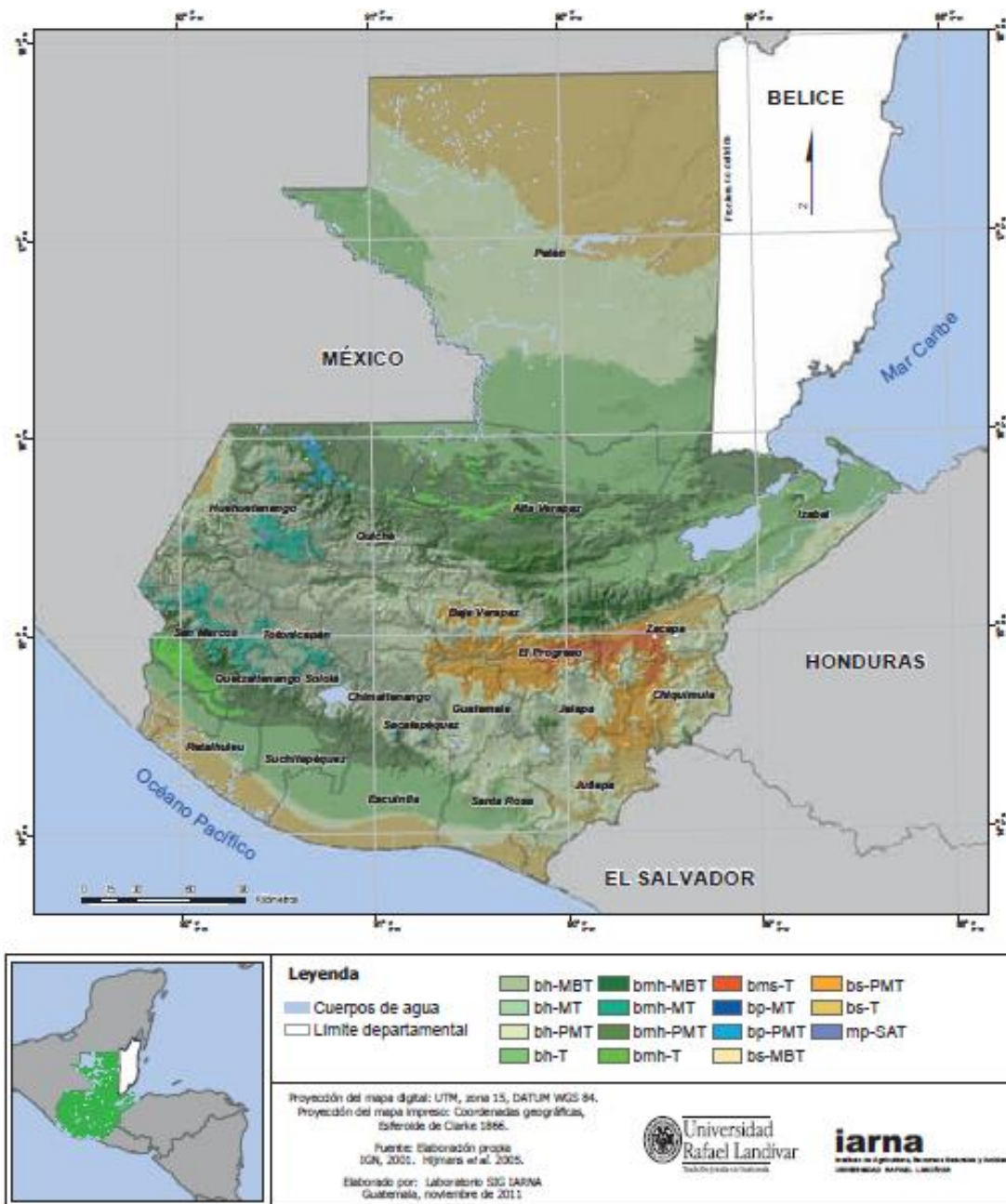
Anexo 8. Figura 21 Tablas de resultados bosque coníferas

Código	Zona de vida	Presencia (%)	Ubicación
bh-PMT	Bosque húmedo premontano tropical	25.006	En todos los departamentos
bh-T	Bosque húmedo tropical	20.994	Excepto en Chiquimula, Chimaltenango, El Progreso, Jalapa, Sololá y Totonicapán
bs-T	Bosque seco tropical	19.925	Excepto en Alta Verapaz, Sacatepéquez, Sololá y Totonicapán
bmh-PMT	Bosque muy húmedo premontano tropical	12.758	En Chiquimula, Guatemala, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa y Totonicapán
bh-MBT	Bosque húmedo montano bajo tropical	11.038	Excepto Izabal, Petén y Retalhuleu
bs-PMT	Bosque seco premontano tropical	3.335	Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, El Progreso, Guatemala, Jalapa, Jutiapa, Quiché y Zacapa
bmh-MBT	Bosque muy húmedo montano bajo tropical	2.359	Excepto en Chimaltenango, Escuintla, Guatemala, Petén, Retalhuleu, Sacatepéquez, Santa Rosa y Totonicapán
bmh-MT	Bosque muy húmedo montano tropical	2.122	Chimaltenango, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Quetzaltenango, Quiché, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá, Suchitepéquez y Totonicapán
bmh-T	Bosque muy húmedo tropical	1.254	Alta Verapaz, Huehuetenango, Izabal, Quetzaltenango, Quiché, Retalhuleu, San Marcos, Suchitepéquez
bms-T	Bosque muy seco tropical	0.758	Chiquimula, El Progreso, Jalapa, Zacapa
bp-PMT	Bosque pluvial premontano tropical	0.282	Huehuetenango, Quiché, Suchitepéquez
bs-MBT	Bosque seco montano bajo tropical	0.070	Quiché y Totonicapán
bh-MT	Bosque húmedo montano tropical	0.042	Quetzaltenango y Totonicapán
mp-SAT	Monte pluvial subalpino tropical	0.030	Huehuetenango y San Marcos
bp-MT	Bosque pluvial montano tropical	0.027	Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, El Progreso, Escuintla, Sacatepéquez, Zacapa

**Fuente:** Elaboración propia.

Anexo 9. Figura 22 Zonas de Vida de Guatemala, con base en las condiciones climáticas prevalecientes en el año 2000

Fuente: (IARNA 2012)



Anexo 10. Figura 23 Mapa de Zonas de Vida de Guatemala, año 2000

Fuente: (IARNA, 2012)

No.	Nombre Común	Nombre científico
<b>AAACOM</b>		
1	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
2	Rosul	<i>Dalbergia stevensoni</i>
<b>ACTCOM</b>		
3	Canxán	<i>Terminalia amazonia</i>
4	Hormigo blanco	<i>Platymicium dimorphandrum</i>
5	San Juan	<i>Vochysia guatemalensis</i>
6	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>
7	Sangre	<i>Virola koschnyi</i>
<b>POTCOM</b>		
8	Chichipaté	<i>Sweetia panamensis</i>
9	Lagarto	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>
10	Luin hembra	<i>Ampelocera hottlei</i>
11	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>
12	Ramon blanco	<i>Brosimum alicastrum</i>
13	Ramon colorado	<i>Trophis racemosa</i>
14	Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>
<b>SINVAL</b>		
	Luin, Aceituno, Aguacatillo, Anona de Montaña, Bejuco, Candelero, Caniste, Cuamo, Cuero de vaca, Cunche, Desconocido, Flor de chombo, Guarumo, Holte, Izote de montaña, Malaqueta, Palin, Palo de agua, Palo negro, Parapichon, Pata de venado, Papaya de montaña, Palo jiote, Palo sangre, Peine de mico, Pomte, Roblillo, Siete Camisas, Tem Blanco, Tempiste, Ternera, Tzununte, Valeria; Zapote silvestre, Zónte, Jocote de montaña, Laurel de montaña, Naranjillo, Luin macho, Hule silvestre, Falso güicoy, Chichique, Chintoc blanco, Capeche, Chapeme, Majagua.	

Anexo 11. Cuadro 14 Listado de grupos comerciales bosque latifoliado

No.	Nombre Común	Nombre científico	Código
1	Pino candelillo	<i>Pinus maximinoi</i>	PINUMI
2	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	CUPRLU
3	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	LYCUST
4	Arrayan	<i>Myrtus communis</i>	
5	Encino	<i>Quercus sp</i>	QUERSP
6	Guarumo	<i>Cecropia spp.</i>	CECRSP
7	Erioja	<i>Eriobotrya japonica</i>	ERIOJA

Anexo 12. Cuadro 15 Listado de especies encontradas en bosque de coníferas

Fuente: (Elaboración propia, 2015)



Anexo 13. Figura 24 Medición de alturas bosque latifoliado Lachúa



Anexo 14. Figura 25 Mantenimiento de marcas permanentes bosque coníferas



Anexo 15. Figura 26 Reconstrucción del centro de la parcela de coníferas en Las Victorias



Anexo 16. Figura 27 Toma de alturas bosque de coníferas