

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES NATIVAS
VALIOSAS EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS EN LA FRANJA TRANSVERAL
DEL NORTE, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO
NACIONAL DE BOSQUES -INAB- GUATEMALA, C.A.**

ADRIÁN FRANCISCO SERECH VAN HAUTE

GUATEMALA, ENERO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES NATIVAS
VALIOSAS EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DE LA FRANJA TRANSVERSAL
DEL NORTE, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO
NACIONAL DE BOSQUES -INAB- GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

ADRIÁN FRANCISCO SERECH VAN HAUTE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

**INGENIERO AGRÓNOMO EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, ENERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympto Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	Per. Electr. Carlos Waldemar de León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, ENERO DE 2019

Guatemala, enero de 2019

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación **CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES NATIVAS VALIOSAS EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DE LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB- GUATEMALA, C.A.**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciatura.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Adrián Francisco Serech Van Haute

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por ser el Ser supremo que guía mi camino y me da fortaleza en cada etapa de mi vida.

A MIS PADRES

José Serech y Katrien Van Haute quienes me han brindado su apoyo y han estado para mí desde siempre y para siempre.

A MIS HERMANOS

Emanuel Serech, Elías Serech y Liz Serech por sus muestras de cariño, confianza y lealtad desde siempre y para siempre.

A MIS PRIMOS

Glenda Serech, Gilda Serech, Pablo Serech, German Serech por creer en mí y brindarme su apoyo.

A MIS AMIGOS

A todos mis compañeros y amigos que me brindaron su amistad y apoyo en las adversidades, en especial a Erick Salvatierra, Gustavo Samayoa, Leticia Pablo, Emi Pérez, Manuel Colindres (Meme), Iris Santos, José Luis Moran, Edgar Ucelo, Carlos Romero, Rodrigo Salazar (Roco), Maco Juárez, Elisa Lacs, Carlos Ortiz, Jorge Gómez, Pablo Ríos, Willy Gonzáles, Meli Velásquez, Jefry Velásquez, Silvy Chen, Sussana Chen, Rony Barrios, Luis Véliz, Job Alvizurez, Tifanie Díaz, Joaquín Aparicio y a todos los demás compañeros que seguramente estarían orgullosos de este logro alcanzado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por darme la vida, los dones del espíritu y el amor.

A mi familia: por confiar en mí y ser un pilar en mi educación.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y pueblo en general, por ser el alma mater de mis conocimientos y al pueblo de Guatemala por brindarme un espacio en las clases en mis días como estudiante.

A la Facultad de Agronomía por bríndame todos los conocimientos necesarios en mi formación académica y profesional.

A mis profesores: por compartir sus saberes en las diferentes áreas del conocimiento de tal forma permitir mi desarrollo a nivel profesional.

A mi supervisor: PhD. Marco Vinicio Fernández por siempre estar dispuestos a apoyarme y orientarme en la última etapa como estudiante de pregrado.

A mi asesor: M. Sc. Boris Méndez por brindarme su confianza y apoyo incondicional en el proceso de mi formación académica.

A la Dirección General de Investigación: Por brindarme el financiero para la ejecución del proyecto de investigación.

A los miembros de las diferentes Regiones y Subregiones del Instituto Nacional de Bosque: Por brindarme su apoyo en la elaboración de tesis, acompañamiento en campo y darme la oportunidad de ofrecer mis servicios a la investigación forestal nacional.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES NATIVAS VALIOSAS EN LA REGIÓN II INAB (SUB-REGIÓN II-6) PLAYA GRANDE IXCÁN, QUICHÉ, GUATEMALA C.A.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	1
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	2
1.2.1. Ubicación geográfica.....	2
1.2.2. Antecedentes	3
1.2.2.1. Experimentos forestales en Centroamérica	3
1.2.2.2. Experimentos forestales en plantaciones (Guatemala)	4
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. METODOLOGÍA.....	8
1.4.1. Selección de especies forestales	8
1.4.2. Identificación de plantaciones Playa Grande Ixcán	11
1.4.3. Georreferenciación de PPMF con especies nativas de interés	12
1.4.4. Reconocimiento del área	14
1.4.5. Verificación de información Subregión II-6 Playa Grande Ixcán.	14
1.4.6. Identificación de problemática en sistema de plantaciones.....	15
1.5. RESULTADOS	16
1.5.1. Dimensión forestal	16
1.5.2. Usos del suelo.....	16
1.5.3. Flora y fauna	17
1.5.4. Clima	17
1.5.5. Hidrología.....	18
1.5.6. Zona de Vida	18
1.5.7. Superficie plantada con especies nativas de interés	18
1.5.8. Base de datos de PPMF Subregión II-6, Playa Grande Ixcán.....	20
1.5.9. Árbol de problema.....	22
1.5.10. Jerarquización de la problemática.....	25
1.6. CONCLUSIONES.....	27

1.7.	BIBLIOGRAFÍA.....	29
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES NATIVAS VALIOSAS EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS EN LA FRANJA TRANSVERAL DEL NORTE DE GUATEMALA, C.A.		
		30
2.1	PRESENTACIÓN	31
2.2	MARCO TEÓRICO	33
2.2.1.	Marco Conceptual	33
2.2.1.1.	Sistemas de plantación.....	33
2.2.1.2.	Plantaciones forestales multipropósito.....	35
2.2.1.3.	Uso de especies nativas en plantaciones	35
2.2.1.4.	Enfoques silviculturales y de manejo	36
2.2.1.5.	Rodal.....	37
2.2.1.6.	Composición de la vegetación.....	37
2.2.1.7.	La estructura de la vegetación	38
2.2.1.8.	Explicación del listado CITES.....	39
2.2.1.9.	Muestreo no probabilístico	39
2.2.1.10.	Muestreo dirigido	41
2.2.2.	Marco Referencial	41
2.2.2.1.	Investigación científica con especies nativas en Centroamérica	41
2.2.2.2.	Tierras bajas del Norte de Guatemala	42
2.2.2.3.	La Franja Transversal del Norte	42
2.2.2.4.	Ubicación y relieve.....	43
2.2.2.5.	Clasificación taxonómica de los suelos FTN.....	46
2.2.2.6.	Región fisiográfica de tierras bajas del Norte	50
2.2.2.7.	Zonas de vida FTN	51
2.2.2.8.	Aspectos de Población	52
2.3	OBJETIVOS.....	53
2.3.1	Objetivo General	53
2.3.2	Objetivos Específicos.....	53
2.4	METODOLOGÍA	54
2.4.1	Preferencia y proporción de especies cultivadas en la FTN.....	54
2.4.1.1.	Tipo de investigación	54
2.4.1.2.	Población objetivo.....	54

2.4.1.3.	Criterio para selección de especies	54
2.4.1.4.	Sitios explorados.....	56
2.4.1.5.	Levantamiento de información	57
2.4.1.6.	Selección de muestra departamento de Quiché	58
2.4.1.7.	Selección de muestra departamento de Alta Verapaz.	59
2.4.1.8.	Selección de muestra departamento de Izabal.....	60
2.4.2.	Requerimientos ambientales de las especies de estudio	62
2.4.2.1.	Topografía.....	62
2.4.2.2.	Luz.....	63
2.4.3.	Cálculo de las tasas de crecimiento de las especies evaluadas	67
2.4.4.	Descripción de principales prácticas en plantaciones forestales.....	70
2.5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
2.5.1.	Especies valiosas en plantaciones presentes en la FTN.....	72
2.5.2.	Requerimientos ecológicos y ambientales de las especies	74
2.5.3.	Crecimiento e incremento de las especies en la FTN.....	76
2.5.4.	Manejo de plantaciones con especies valiosas en la zona	82
2.6.	CONCLUSIONES.....	85
2.7.	RECOMENDACIONES	90
2.8.	BIBLIOGRAFÍA.....	93
2.9.	ANEXOS	101
2.9.1.	Instrumentos utilizados para medición de PPMF	101
2.9.2.	Entrevistas con encargados de fincas en la FTN.....	105
2.9.3.	Variables cuantitativas, cualitativas y de manejo.....	118
CAPÍTULO III. SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS AL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES EN EL ÁREA QUE CONFORMA LAS TIERRAS BAJAS DEL NORTE Y SUR DE GUATEMALA, C.A.....		126
3.1.	PRESENTACIÓN	127
3.2.	ÁREA DE INFLUENCIA	128
3.3.	OBJETIVO GENERAL.....	128
3.4.	SERVICIOS PRESTADOS.....	129
3.4.1.	GENERACIÓN DE INFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE RED DE PARCELAS PERMANENTES DE MONITOREO FORESTAL.....	129
3.4.1.1.	Descripción del servicio	129

3.4.1.2.	Definición del problema	129
3.4.1.3.	Objetivos Específicos	130
3.4.1.4.	Metodología	130
3.4.1.5.	Resultados	133
3.4.1.6.	Evaluación.....	152
3.4.2.	ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS PERMANENTES DE MONITOREO FORESTAL CON PRESENCIA DE ESPECIE NATIVAS EN LA SUBREGIÓN III-1 INAB; MORALES, IZABAL, SUBREGIÓN II-7 ALDEA TELEMAN MUNICIPIO DE PANZOS, ALTA VERAPAZ Y SUBREGIÓN II-1 TACTIC, ALTA VERAPAZ.....	153
3.4.2.1.	Descripción del servicio	153
3.4.2.2.	Definición del problema	153
3.4.2.3.	Objetivos Específicos	154
3.4.2.4.	Metodología	154
3.4.2.5.	Resultados	156
3.4.2.6.	Evaluación.....	163
3.4.3.	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS Y APOYO A INVESTIGACIÓN “FACTORES EDÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DE SITIO EN PLANTACIONES JÓVENES DE CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> King)” Y REMEDICIÓN DE PPMF.	163
3.4.3.1.	Descripción del servicio	164
3.4.3.2.	Definición del problema	164
3.4.3.3.	Objetivos Específicos	164
3.4.3.4.	Metodología	165
3.4.3.5.	Metodología para remediación de PPMF.....	170
3.4.3.6.	Resultados	172
3.4.4.	Bibliografía	178

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación y acceso al casco urbano del municipio de Playa Grande Ixcán.	2
Figura 2. Mapa de Regiones y Subregiones del INAB.	6
Figura 3. Mapa de ubicación de PPMF Subregión II-6 Playa Grande Ixcán.	13
Figura 4. Entrevistas a propietario de plantación forestales.	14
Figura 5. Mapa de departamentos de la FTN y puntos de muestreo.	45
Figura 6. Ejemplo de histograma.	66
Figura 7. Imagen binaria de una fotografía tomada al dosel de una plantación joven de <i>Cedrela odorata</i> ubicada en Izabal a una distancia de 1 m del suelo.	66
Figura 8. Medición del diámetro a la altura del pecho de un árbol de <i>Swietenia macrophylla</i> en el municipio de Ixcán, departamento de Quiché.	68
Figura 9. Ejemplo de la ocupación de área basal de árboles en pie de una masa forestal heterogénea o remanentes de bosque natural.	69
Figura 10. Valores máximos medios y mínimo de los incrementos anual en altura (m/año) de especies nativas valiosas en las tierras bajas de la Franja Transversal del Norte de Guatemala.	77
Figura 11. Valores máximos medios y mínimo de los incrementos medio anual en diámetro (cm/año) de especies nativas valiosas en las tierras bajas y húmedas en la Franja Transversal del Norte de Guatemala.	79
Figura 12 A. Boleta de medición de árboles en pie.	101
Figura 13 A. Entrevista a propietario, Francisco Ligorria, Fray Bartolomé de las Casas.	106
Figura 14 A. Bifurcación de un árbol de <i>Swietenia macrophylla</i> por ataque del barrenador de las Meliáceas (<i>Hypsipyla grandella</i>).	108
Figura 15 A. Mezcla de especies nativas Finca Montealegre.	109
Figura 16 A. Plantación mixta con especies nativas valiosas en Ixcán, Quiché.	111
Figura 17 A. Plantación de Cocobolo (<i>Dalbergia retusa</i>), en asocio con caoba y cacao en sistema agroforestal.	113
Figura 18 A. Plantación mixta de especies nativas, Terreno de Teresa Tun Pirir.	114
Figura 19 A. Mezcla de especies en plantación Finca Don Bosco.	115
Figura 20 A. Plantación pura de jocote fraile (<i>Astronium graveolens</i>) en finca Río Seja Izabal.	116
Figura 21 A. Plantación mixta Finca Flores, Livingston, Izabal.	116
Figura 22 A. Entrevista aserradero EXIMESA, Ixcán, Quiché.	117
Figura 23. Hoja Excel de la base de datos general de parcelas monitoreadas en Playa Grande Ixcán.	131
Figura 24. Ubicación de parcelas evaluadas en campo, Playa Grande Ixcán.	132
Figura 25. Marcaje de esquineros y árboles dentro de PPMF.	155
Figura 26. Boleta de descripción de la finca.	158
Figura 27. Boleta de descripción del experimento.	158
Figura 28. Boleta de descripción de la parcela.	158
Figura 29. Boleta de croquis del experimento.	158

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 30. Boleta de medición de árboles en pie	159
Figura 31. Apoyo de personal técnico de la Sub región INAB III-1, Izabal.....	159
Figura 32. Equipo de trabajo comisión agosto 2017. Establecimiento de PPMF en plantación mixta de jocote fraile (<i>Astronium graveolens</i> jacq.), cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.), caoba del sur (<i>Swietenia macrophylla</i> King), teca (<i>Tectona grandis</i>).	160
Figura 33. PPMF de 500 metros cuadrados en un sistema agroforestal finca la Constancia, Panzos, Alta Verapaz.	162
Figura 34. Extracción de muestra de suelo.	166
Figura 35. Calicata para extracción de muestras con fines de investigación forestal.....	167
Figura 36. Toma de muestra de suelo con cilindro metálico	169
Figura 37. Perfil del terreno mostrando las posiciones del relieve.	170
Figura 38. Cronograma de comisiones de mayo a septiembre del 2017, FAUSAC- DIGI.....	172
Figura 39. Boleta para la sistematización de experiencias de propietarios de plantaciones de cedro y caoba.	173
Figura 40. Plantación pura de cedro (<i>Cedrela odorata</i>). Remedición de PPMF y extracción de muestras de suelo en Gualán, Zacapa.	174
Figura 41. Extracción muestra de suelo en plantación pura de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) en río Seja, Izabal.....	174
Figura 42. Puntos muestreados por zona específica de estudio	175

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Listado de especies nativas con alto valor comercial seleccionadas y grado de amenaza.....	9
Cuadro 2. Superficie cultivada de las especies de estudio en el municipio de Ixcán.	19
Cuadro 3. Proyectos de plantaciones con edades de 5 a 10 años.	20
Cuadro 4. Proyectos de plantaciones con edades de 10 a 15 años.	21
Cuadro 5. Proyectos de plantaciones con edades de 15 a 20 años.	22
Cuadro 6. Problemas y necesidades para la conservación forestal.....	23
Cuadro 7. Árbol de problemas identificados en el recurso forestal en Playa Grande Ixcán.	24
Cuadro 8. Matriz de priorización de problemática actual del recurso forestal en Playa Grande Ixcán.	25
Cuadro 9. Correlación de las series de suelos de Simmons (1959), con la clasificación taxonómica a nivel de suborden en departamentos de la FTN.....	46
Cuadro 10. Características de los suelos presentes en los departamentos de la FTN.	48
Cuadro 11. Características geográficas tierras bajas del Norte de Guatemala.	50
Cuadro 12. Departamentos y Municipios de la FTN.	52
Cuadro 13. Listado de especies y grado de amenaza.....	55
Cuadro 14. Componente de la entrevista a propietarios para comprender la composición del rodal y propósito de cultivar la plantación.....	61
Cuadro 15. Variables de estudio para conocer la ecología de las especies.	64
Cuadro 16. Interpretación de valores totales de luz, Image J.....	67
Cuadro 17. Componente de la entrevista dirigida propietarios para conocer las principales prácticas de manejo aplicadas a plantaciones.....	71
Cuadro 18. Principales rasgos de cultivo de las especies evaluadas.	73
Cuadro 19. Frecuencia de cada especie en cada departamento y requerimientos ecológicos de las especies.	75
Cuadro 20. Crecimiento de las especies evaluadas.	76
Cuadro 21 A. Rodales y sitios muestreados	102
Cuadro 22 A. Variables cualitativas priorizando Composición, Estructura.....	118
Cuadro 23 A. Variables cuantitativas priorizando Composición, Estructura	118
Cuadro 24 A. Información dasométrica de las especies de estudio por unidad de muestreo	119
Cuadro 25 A. Porcentajes de luz y cobertura del dosel forestal, plantaciones Playa Grande Ixcán, Quiché.....	124
Cuadro 26 A. Porcentajes de luz y cobertura del dosel forestal, plantaciones Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz	125
Cuadro 27. Boleta para la identificación de vacíos de información en PPMF.....	131
Cuadro 28. Boletas con vacíos de información Playa Grande Ixcán.....	133
Cuadro 29. Parcelas pendientes de medición 2016 Eco-región Lachúa, Salacuim.	148
Cuadro 30. Parcelas digitalizadas, Ecorregión Lachua, 2016.	149

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 31. Parcelas pendientes de medición Subregión II-6, Playa Grande Ixcán, 2016 y 2017	150
Cuadro 32. Parcelas digitalizadas Playa Grande, Ixcán 2016.....	151
Cuadro 33. Parcelas remedidas y digitalizadas del año 2017, Playa Grande Ixcán.....	152
Cuadro 34. Actividades de la comisión agosto 2017, FAUSAC-INAB-DIGI.....	156
Cuadro 35. Actividades de la comisión cuenca del Río Polochic FAUSAC-INAB-DIGI.....	160
Cuadro 36. Clasificación de suelos en base a la pedregosidad	168
Cuadro 37. Clasificación de pendientes por clases según porcentajes	169
Cuadro 38. Proyectos visitados en la zona de estudio.	176

RESUMEN

La fase del diagnóstico consistió en la recopilación de información en campo y revisión de bibliografía del estado actual del recurso forestal en el municipio de Playa Grande Ixcán, al Norte del departamento de Quiché. Se identificaron plantaciones forestales con presencia de un grupo de 14 especies nativas catalogadas como maderas preciosas y semipreciosas, amenazadas por sobreexplotación de su madera. Estas plantaciones cuentan con un registro de mediciones realizadas por los técnicos de la subregión II-6 del Instituto Nacional de Bosques. Cada plantación fue ubicada en una fotografía satelital con el fin de trazar rutas de acceso a las fincas. Se contactó con propietarios de plantaciones y se realizó entrevista semiestructurada para conocer temas de manejo y propósito de sembrar especies nativas en plantación. Con dicha información junto a estudios realizados en esta zona se plantearon siete problemas centrales identificando su causa, el efecto y posibles soluciones. A partir de ello se seleccionó cuatro problemas centrales, jerarquizando el grado de afectación al recurso forestal. Se tomó con mayor grado de afectación la amenaza de extinción de las especies por la sobreexplotación y demanda de la madera, seguido por la falta de información del estado actual de sistemas de plantaciones y la importancia de generar investigación con la inclusión de especies nativas con el fin de rescate de material vegetal.

El trabajo de investigación buscó caracterizar plantaciones forestales puras y en mezclas que incluyeran especies nativas de interés en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz e Izabal, lo cuales forman parte de la Franja Transversal del Norte. Considerando que estos sistemas productivos conservan valioso germoplasma, se realizó un muestreo dirigido para estudiar los principales tipos de plantación. En cada sitio se obtuvo información del arreglo de las plantaciones, el ritmo de crecimiento de cada especie, su adaptación a las condiciones de luz y posición topográfica, así como el historial de manejo que le han dado los propietarios. Se distinguieron tres grupos centrales del trabajo, según el crecimiento, requerimientos ecológicos y requerimientos de manejo de las especies.

El primer grupo se catalogó como maderas preciosas de la familia de las Meliáceas conformado por *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*. Esta familia ha tenido complicaciones para el control del gusano barrenador del ápice. Existen métodos para el control del barrenador los cuales se mencionan en este trabajo, experiencias de propietarios que han sabido controlar la plaga conjugando una buena mezcla, y monitoreo constante de los individuos. El segundo grupo se denomina “reliquias”, conformado por *Dalbergia retusa*, *Dalbergia stevensonii*, *Cordia dodecandra*, *Astronium graveolens* y *Sweetia panamensis*. Son especies muy escasas en plantación, los propietarios optan por no sembrar estas especies dado al ritmo de crecimiento que es muy lento y su manejo es más complejo. Las especies de este grupo pueden ser utilizadas en sistemas agroforestales y para restauración de tierras degradadas. El tercer grupo se denomina “maderas semipreciosas” conformado por: *Tabebuia donnell-smithii*, *Tabebuia rosea*, *Calophyllum brasiliense*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Vochysia guatemalensis*. Estas especies se caracterizan por su crecimiento intermedio y rápido, no requieren de un manejo intensivo en comparación con los demás grupos y su calidad de la madera les permite ser utilizadas para usos de alto valor, representan una opción para reemplazar a las maderas preciosas cuando los suministros de estas se agotan por diversas razones.

Los servicios fueron realizados en la Dirección de Investigación y en diferentes subregiones del Instituto Nacional de Bosques. Los servicios se centran en la actualización de la base de datos de Parcelas Permanentes de Medición Forestal (PPMF) de la Subregión II-6 Playa Grande Ixcán y Subregión II-7 Salacuim, Alta Verapaz; en el establecimiento de PPMF en el departamento de Izabal y Alta Verapaz; se apoyó en la recolección de suelos en diversos sitios del país como contribución en la investigación titulada “Factores edáficos y topográficos que inciden en la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de caoba (*Swietenia macrophylla* King) y cedro (*Cedrela odorata* L)”); también se remidieron PPMF al Sur de Petén, cuenca baja del Motagua, lago de Izabal, Valle del río Polochic y la Franja Transversal del Norte de Guatemala como apoyo a las subregiones del INAB.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE PLANTACIONES FORESTALES CON
ESPECIES NATIVAS VALIOSAS EN LA REGIÓN II INAB (SUB-REGIÓN II-6)
PLAYA GRANDE IXCÁN, QUICHÉ, GUATEMALA C.A.**

1.1 PRESENTACIÓN

El presente diagnóstico contiene información sobre el estado actual de plantaciones forestales con especies nativas valiosas, ubicadas en el municipio de Playa Grande Ixcán al norte de Quiché, así como los principales problemas que se afronta para la conservación de material vegetal, amenazadas por el cambio de uso de la tierras y sobreexplotación de la madera.

El diagnóstico se realizó a partir de la recopilación y análisis de información registrada en la base de datos de Parcelas Permanentes de Monitoreo Forestal (PPMF) que el departamento de investigación del Instituto Nacional de Bosques (INAB) administra, identificando plantaciones con inclusión de especies nativas.

La ubicación de las plantaciones con presencia de estas especies fue posible gracias a las coordenadas de proyección GTM, y fueron ingresadas a un Sistema de Información Geográfico en donde fue posible calcular la distancia entre plantaciones, y planificar rutas de visita a dichas plantaciones.

Las técnicas de investigación que se aplicaron durante el diagnóstico fueron: revisión bibliográfica, la observación, entrevistas formales e informales, visitas domiciliarias, diálogo con técnicos de la Subregión II-6, diagrama de árbol de problemas y una matriz de priorización de problemas.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Ubicación geográfica

El municipio de Ixcán, administrativa y geográficamente pertenece al departamento de Quiché, se localiza en la región norte de la cabecera departamental. En la Figura 1, se observa la cabecera municipal de Ixcán.

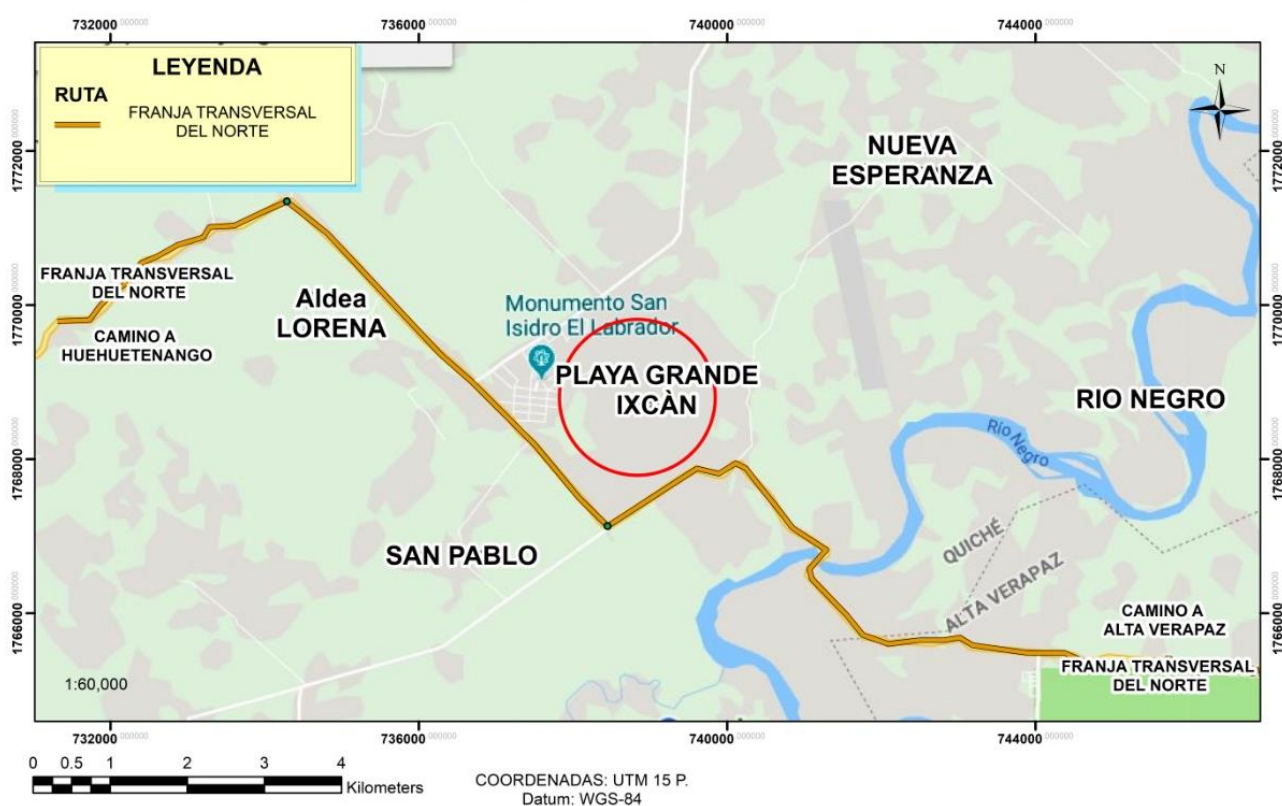


Figura 1. Mapa de ubicación y acceso al casco urbano del municipio de Playa Grande Ixcán.

Colindancias

1. Al Norte: limita con la república de México.
2. Al Sur: limita con los municipios de Nebaj Chajul ambos en el área Ixil y Uspantán del departamento de Quiché.
3. Al Este: limita con los municipios de Cobán y Chisec del departamento de Alta Verapaz.
4. Al Oeste: limita con el municipio de Santa Cruz Barillas, del departamento de Huehuetenango.

La extensión territorial del municipio de Ixcán, oficialmente es de 1,575 Km², y tiene una altitud promedio de 250 m s.n.m. La cabecera municipal de Ixcán dista de la ciudad, 374 kilómetros vía Cobán-Chisec, de los cuales 297 kilómetros son asfaltados y 77 son de terracería, tramo que se pone en malas condiciones en el invierno, dado al terreno. Existe una ruta alterna que tiene 350 kilómetros de la ciudad capital hacia la cabecera municipal de Ixcán, vía Cobán-Cubilhuitz-Aldea Salacuím, Cobán, de los cuales 272 km están asfaltados y 78 km son de terracería (SEGEPLAN, 2010).

1.2.2. Antecedentes

1.2.2.1. Experimentos forestales en Centroamérica

Ha existido iniciativa en la investigación con especies nativas en Centroamérica: Experimentos en estación La Selva en Costa Rica y el Programa de Reforestación con Especies Nativas (PRORENA) en Panamá son una muestra de ello. El enfoque del ensayo en La Selva, Costa Rica se basó en el manejo de plantaciones. El objetivo principal fue evaluar la sobrevivencia y productividad a largo plazo de sistemas de plantación pura y mixta, usando 12 especies nativas. Se evaluó la capacidad de las especies en la restauración de tierras degradadas, facilitando la sucesión secundaria junto con la producción de madera (Montagnini, 1997).

1.2.2.2. Experimentos forestales en plantaciones (Guatemala)

Con la implementación del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) a partir de 1,997 – 1998, se hizo notoria la necesidad de contar con una herramienta para el manejo de la información de los proyectos aprobados, la cual permita evaluar y documentar el desarrollo de las plantaciones forestales. Esta herramienta sería un elemento básico para la promoción y aprobación de proyectos de reforestación. Así, en el año 2,003 el Instituto Nacional de Bosques (INAB) creó la Sección de Seguimiento y Evaluación de Plantaciones, adscrita al PINFOR y con sede en la Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal (Marmillod, 2012).

Durante los primeros tres años, se contó con la asistencia técnica del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) para la habilitación de las bases de datos y capacitación del personal técnico en la aplicación de las bases de datos de la metodología Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos Componentes de Silvicultura (Mirasilv), desarrollada por el CATIE (Ugalde, 2003).

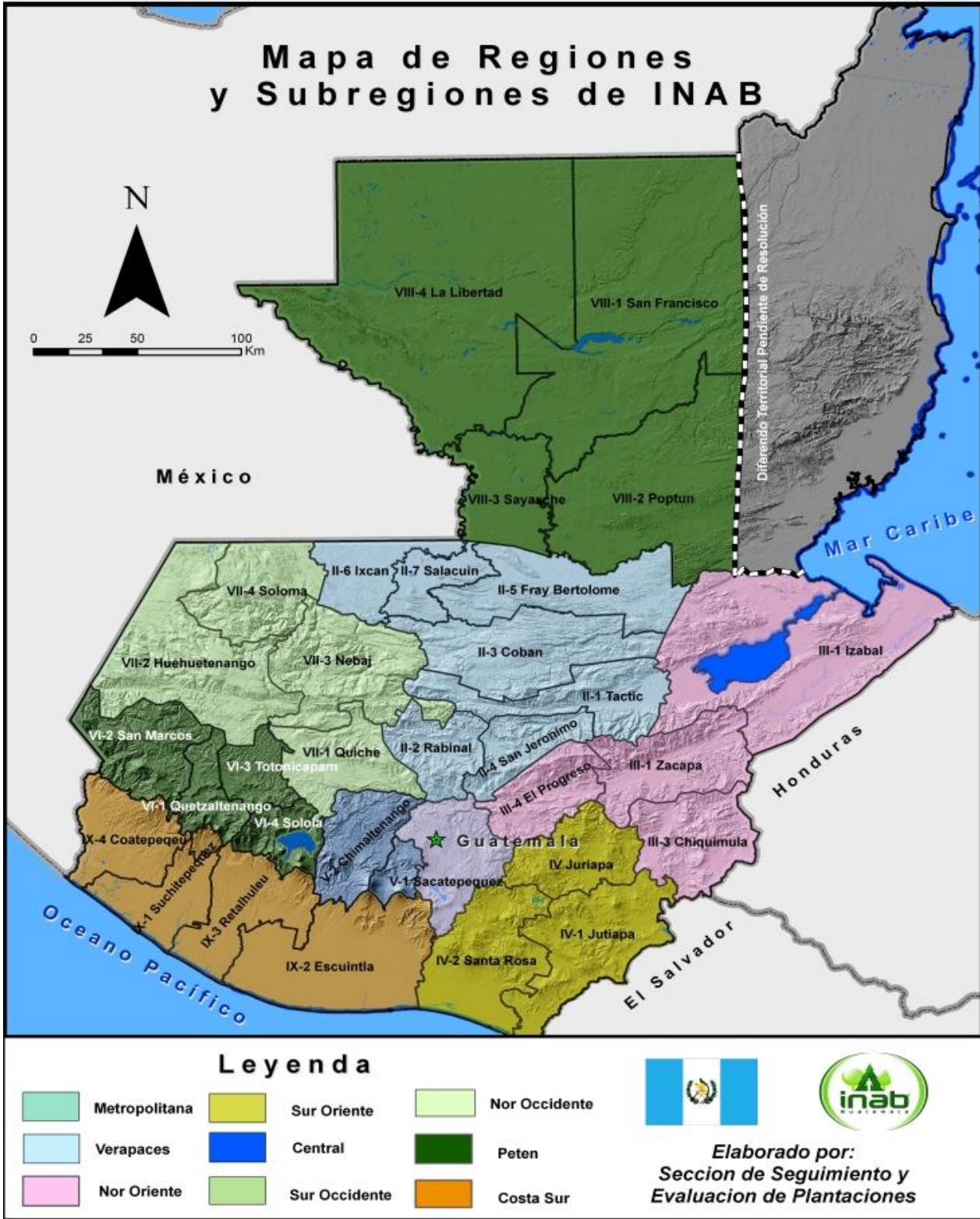
La sección impulsó la adopción de una metodología uniforme para el establecimiento de Parcelas Permanentes de Monitoreo Forestal (PPMF) en las plantaciones forestales beneficiarias del PINFOR. Con este fin, se desarrolló una guía metodológica dirigida a personal técnico del INAB, con procedimientos claros y uniformes que pueden ser aplicados a nivel nacional (Salazar, 2008).

Inicialmente, se optó por instalar parcelas en todos los proyectos aprobados con más de 3 a 5 años de edad, sin importar la extensión. Así, se establecieron unas 1,300 parcelas durante el período 2,003 – 2,006, pero muchas tuvieron que ser desechadas o abandonadas. A inicios del 2007 se daba seguimiento a unas 650 únicamente (Marmillod, 2012).

A nivel nacional se están evaluando un total de 31 especies en plantaciones forestales. Las PPMF, se encuentran distribuidas en 90 municipios dentro de los 22 departamentos de Guatemala, su ubicación obedece al comportamiento de la distribución geográfica de las plantaciones forestales, establecidas con el beneficio del PINFOR desde el año 1,998 (INAB, 2015).

De acuerdo con la división territorial que el INAB hace para administrar los recursos forestales correspondientes. La división territorial obedece a 9 regiones y 31 subregiones que se muestran en el mapa de la Figura 2.

La región y subregión del INAB que se encarga del monitoreo de las PPMF, de la legislación y administración forestal en el municipio de Ixcán es la Región II; Subregión 6 ubicada en Playa Grande Ixcán.



Fuente: Departamento de SIG, INAB, 2015.

Figura 2. Mapa de Regiones y Subregiones del INAB.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Conocer el estado actual de plantaciones con sistemas forestales mixtos y puros, con especies nativas, ubicadas en Playa Grande Ixcán, a partir de la base de datos del INAB.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar plantaciones y seleccionar aquellas que cuenten con especies nativas de interés.
2. Recopilar y analizar información registrada por parte del INAB sobre PPMF en plantaciones forestales con especies nativas de interés.
3. Georreferenciar PPMF con el grupo de especies de interés en plantaciones puras y mixtas.
4. Detectar la problemática existente en el recurso forestal de Ixcán.
5. Jerarquizar la problemática encontrada.

1.4. METODOLOGÍA

El presente diagnóstico parte de la propuesta de investigación financiada por la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos la cual va orientada a la silvicultura y ecología de un grupo de especies nativas adaptadas a las condiciones climáticas y de sitio, propia de las tierras bajas del norte del país. El diagnóstico permitió el análisis y recopilación de datos del estado actual de las plantaciones forestales en el municipio de Playa Grande Ixcán, Quiché. La experiencia en Ixcán sirvió en el planteamiento de la metodología para el resto de sitios evaluados que conforman las tierras bajas del norte del país. El proyecto fue implementado en 4 zonas geográficas: Franja Transversal del Norte, valle del río Polochic, cuenca baja de Motagua y sur de Petén.

La primera fase tuvo como finalidad el manejo del programa de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos Componentes de Silvicultura Mirasilv y manejo de la base de datos de PPMF. Esta información fue brindada con la asesoría del departamento de Investigación del INAB Central, zona 13 ciudad de Guatemala. También se consultó información secundaria en relación a la situación actual de las plantaciones a nivel regional y nacional. La fase de campo consistió en el acompañamiento de técnicos de la subregión II-6 Playa Grande Ixcán, la observación de casos de plantación y entrevistas a propietarios con relación al historial de manejo de su cultivo. La segunda fase de gabinete tuvo como finalidad validar la información recabada, y la problemática de la situación actual del sistema de plantaciones y la jerarquización de la problemática.

1.4.1. Selección de especies forestales

Como punto de partida se priorizó un grupo de 14 especies nativas con alto valor comercial de su madera, las cuales se distribuyen en las tierras bajas del norte de Guatemala. Todas ellas son consideradas como maderas precisas y semipreciosas.

Algunas de estas especies en la actualidad se encuentran bajo distintos grados de amenaza, los cual se califica conforme dos estándares oficiales, uno internacional y el otro nacional (CITES 2016 y CONAP 2009). El listado de especies aparece en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Listado de especies nativas con alto valor comercial seleccionadas y grado de amenaza

No	Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Categoría comercial	Apéndice CITES	Listado CONAP
1	Caoba Hoja Grande	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	Preciosa	II	3
2	Caoba del Pacífico	<i>Swietenia humilis</i> Zuccarini	Meliaceae	Preciosa	II	2
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Preciosa	III	2
4	Rosul, Granadillo	<i>Dalbergia stevensonii</i> Standl	Leguminosae	Preciosa	III	2
5	Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Leguminosae	Preciosa	III	2
6	Sericote	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Boraginaceae	Preciosa	--	3
7	Jocote fraile o jobillo	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	Preciosa	--	3
8	Chichipate	<i>Sweetia panamensis</i> (Benth.) Yakovlev	Leguminosae	Preciosa	--	--
9	Palo Blanco	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Bignoniaceae	Semi- preciosa	--	--
10	Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i> Bertol	Bignoniaceae	Semi- preciosa	--	--
11	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Clusiaceae	Semi- preciosa	--	--
12	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Semi- preciosa	--	--
13	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Leguminosae	Semi- preciosa	..	3
14	San Juan	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn Sm.	Vochysiaceae	Secundaria	--	--

Explicación de listado CONAP

- 1: Especies que se encuentran en peligro de extinción.
- 2: Especie de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas). Pueden aprovecharse con fines científicos y de reproducción.
- 3: Especies que en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento. Pueden aprovecharse con fines científicos y de reproducción.

Explicación listada CITES.

Apéndice I: incluye todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. Se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales, por ejemplo, para la investigación científica. (CITES, 2016).

Apéndice II incluirá: Todas las especies que podrían llegar a estar en peligro de extinción a menor que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia. (CITES, 2016).

Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las Partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio. (CITES, 2016).

Fuente: CITES 2016, CONAP, 2009, The Plant List, 2017.

1.4.2. Identificación de plantaciones Playa Grande Ixcán

Se identificó fuentes de información secundaria de la base de datos de plantaciones forestales, la cual tiene registros de información hasta el año 2,016 de los proyectos incentivados, con las especies de interés a nivel nacional. Esta información se tomó en cuenta con el objetivo de reconocer la cantidad de superficie que abarca cada especie en plantaciones puras y mixtas en el municipio de Ixcán.

Se procedió a recabar información relacionada a plantaciones que han sido monitoreadas constantemente por parte del personal técnico del INAB de la subregión II-6 en Playa Grande Ixcán, para el acceso a esta información, hubo asesoría por parte del Departamento de Investigación para el adecuado manejo de la base de datos del programa privado de la metodología; Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos Componentes de Silvicultura (Mirasilv).

Cada unidad de muestreo o parcela de medición es registrada en boletas de campo y posteriormente ingresada al programa. Se tomó en consideración que cada boleta contara con código específico del proyecto, la identificación de los experimentos y el número de tratamientos. Al ingresar cada uno de estos códigos se desglosa información específica, útil para realizar el diagnóstico.

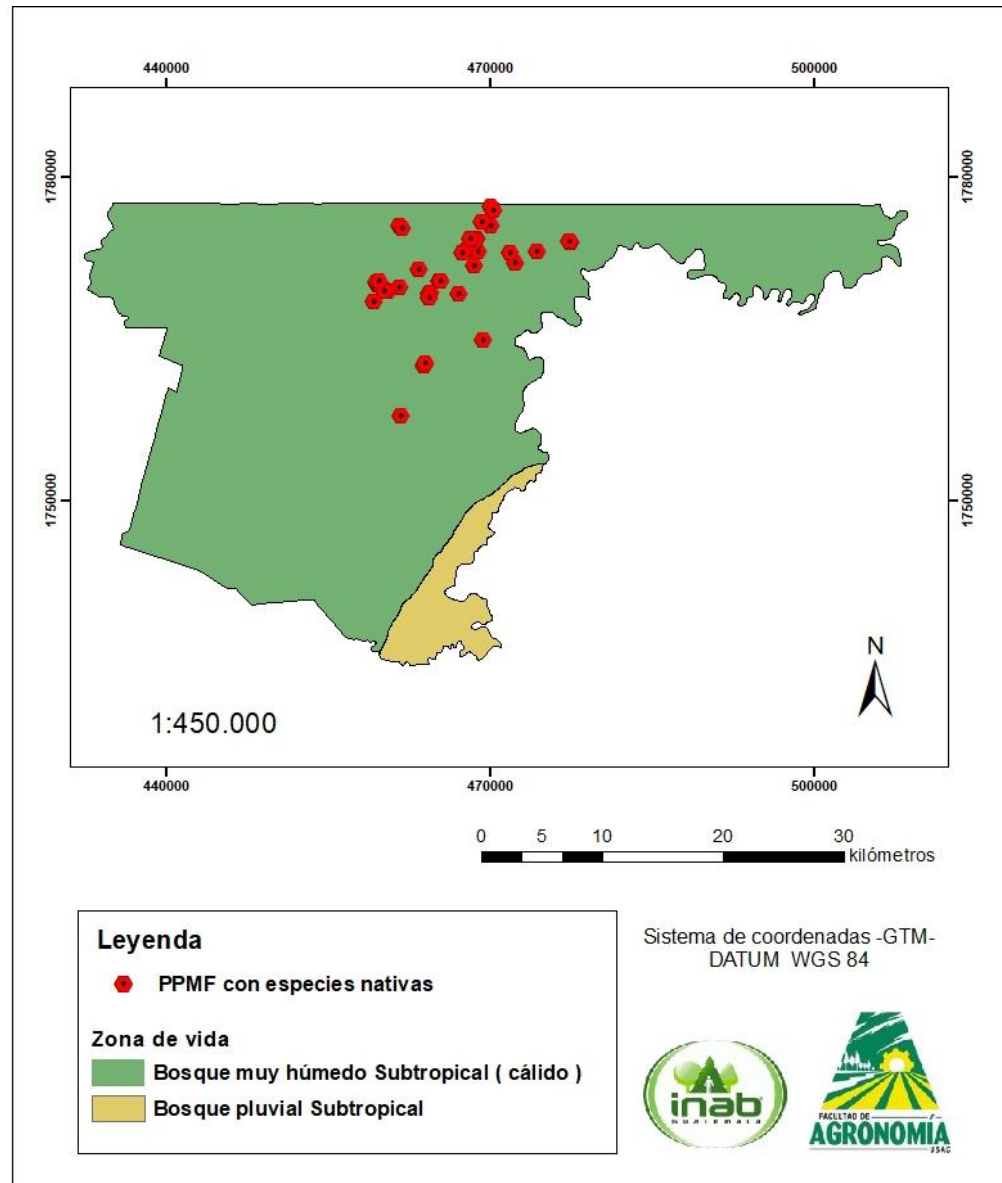
De la base de datos se priorizó la siguiente información:

1. Región
2. Subregión
3. Nombre de la finca
4. Nombre del propietario
5. Edad de plantación
6. Especies dentro de la plantación
7. Coordenadas de la parcela en proyección GTM
8. Área de las parcelas

1.4.3. Georreferenciación de PPMF con especies nativas de interés

Con la ayuda de un Sistema de Información Geográfico, se procedió a georreferenciar todas las PPMF que incluyeran las especies de interés, permitiendo así, conocer la ubicación de parcelas y distanciamiento entre ellas.

Como se observa en la Figura 3, cada parcela se encuentra ubicado dentro de su respectiva zona de vida según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge. Georreferenciar las parcelas permitió ubicarlas en campo y llegar a ellas con facilidad.



Fuente: elaboración propia 2,017.

Figura 3. Mapa de ubicación de PPMF Subregión II-6 Playa Grande Ixcán.

La subregión II-6 del INAB administra 49 PPMF y de estas, 44 parcelas cuentan con la presencia de especies de interés en plantaciones mixtas y plantaciones puras. Según el mapa de zonas de vida de Holdridge las parcelas están ubicadas dentro de un Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) (bmh-S(c)).

1.4.4. Reconocimiento del área

Se realizó observación en las diferentes fincas en compañía de los técnicos de la Subregión II-6, se tomaron fotografías de los diferentes sistemas de plantaciones, fotografías de los diversos usos que se le da a la tierra y se compartió experiencia con propietarios de fincas en relación al uso anterior del suelo, motivos de la implementación de los cultivos, usos que se da a la madera, y el manejo que se ha dado a la plantación.



Figura 4. Entrevistas a propietario de plantación forestales.

1.4.5. Verificación de información Subregión II-6 Playa Grande Ixcán.

En esta fase del diagnóstico se verificó y comparó la información de plantaciones recabada en gabinete en el mes de marzo del 2,017 con la situación actual en campo.

De tal forma se adoptó una metodología adecuada para la posterior ejecución del proyecto de investigación titulado “Caracterización de plantaciones forestales con especies nativas valiosas en las tierras bajas del norte de Guatemala”. La validación consistió en asegurar que los propietarios de las plantaciones aún viven en el lugar o han fallecido, o si han migrado a otros países, o si han abandonado las plantaciones.

Se verificó la distancia que hay del centro de Playa Grande Ixcán a las aldeas, la programación con los técnicos en sus actividades semanales y principalmente si contaban con información sistematizada y actualizada del historial de manejo y el estado actual de las plantaciones.

Por otra parte, las fuentes secundarias, donde los principales documentos consultados son estudios de casos del sistema de plantaciones a nivel regional y a nivel nacional.

1.4.6. Identificación de problemática en sistema de plantaciones

Por medio de la observación, diálogo con técnicos y propietarios de fincas se pudo detectar la problemática existente en relación con el interés de cultivar especies nativas con fines de conservación de material vegetal. Para proceder al análisis y representación de los resultados de la recopilación de información, se basó en la síntesis de información a través de cuadros y figuras. Para el análisis de la información de la problemática actual se realizó un árbol de causas y efectos y por último se jerarquizó la problemática actual de los sistemas de plantación presentes en la zona de estudio.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Dimensión forestal

En cuanto a cobertura Forestal, Ixcán está dividida en área sin cobertura forestal con 889.34 km², Latifoliadas con cultivos 430.58 km², Bosque de Latifoliadas 215.14 km², Bosque Secundario/Arbustivo 46.33 km² hacen un total de 1,581.39 km² (SEGEPLAN, 2010).

Por sus características geológicas y fisiográficas, el Municipio de Ixcán es fuerte potencial en cuanto al desarrollo forestal, habiendo desarrollado una selva con maderas preciosas como Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Rosul (*Dalbergia stevensonii*), Irayol (*Genipa americana*) y Jocote Fraile (*Astronium graveolens*). Sin embargo, la cercanía con la frontera mexicana provoca que se dé un comercio entre campesinos pobres y empresarios madereros, sin que se logre un control efectivo ni beneficios (SEGEPLAN, 2010).

1.5.2. Usos del suelo

El uso potencial del suelo es en un 86.24 % para bosques, el uso actual para este fin únicamente es de 46 % y la utilización de suelos para cultivos se excede a su capacidad, lo cual genera problemas de erosión y uso intensivo del suelo (SEGEPLAN, 2010).

Sus suelos son muy laterizables. Esto significa que los componentes minerales solubles se lavan con mucha facilidad y que la tala despiadada de árboles deja desprotegidos los suelos que pronto se vuelven estériles (Falla, 2015).

1.5.3. Flora y fauna

Fitogeográficamente, el área de Ixcán pertenece al bosque subtropical húmedo a muy húmedo y de clima cálido. La vegetación indicadora de este tipo de bioclima podría estar compuesta por las siguientes especies: corozo (*Orbignya Cohume*), canshan (*Terminalia amazonia*), manchiche (*Lonchocarpus castilloi*), palo sangre (*Virola koschnii*), guarumo (*Cecropia peltata*) y ceiba (*Ceiba pentandra*) (SEGEPLAN, 2010).

Otras especies importantes son: san Juan (*Vochysia guatemalensis*), palo de jiote (*Bursera simaruba*), tamarindo (*Dialium guinense*), chichipate (*Sweetia panamensis*), caoba (*Swietenia macrophylla*), jocote fraile (*Astronium graveolens*), zapote o Susana (*Licania Platipus*), rosul (*Dalbergia stevensonii*), cocobolo (*Dalbergia stevensonii*), granadillo (*Dalbergia tucurensis*), lagarto (*Zanthoxylum spp*), irayol (*Genipa americana*), cedro (*Cedrela odorata*), palo blanco (*Tabebuia donnell smithii*), laurel (*Coridalia alliodora*), canxan (*Terminalia amazonia*), zapoton (*Pachira acuática*) (SEGEPLAN, 2010).

1.5.4. Clima

La temperatura promedio anual de Ixcán es de 32 °C y la precipitación promedio de 2,632 mm. Oscilando entre los 2,136 mm y los 4,327 mm. La humedad relativa anual es del 81 %. Existen dos estaciones; El verano que es la época seca que va aproximadamente de diciembre a abril y el invierno de mayo a noviembre. Los meses más lluviosos suelen ser de junio a noviembre, en los que sobrepasan los 600 mm y los menos lluviosos de febrero a abril, en los que no se llega a los 100 mm (SEGEPLAN, 2010).

En cuando a la temperatura, la época más calurosa suele ser entre abril a septiembre, bajando en los meses que van de octubre a marzo, siendo los meses más calurosos de abril a junio, en los cuales sobrepasa la temperatura media anual (SEGEPLAN, 2010).

1.5.5. Hidrología

En cuanto cuencas hidrográficas se refiere, se destacan sobre todo cuatro causas que recogen el agua de drenaje de todo el municipio, siendo éstos: el río Ixcán, río Xalbal, río Tzejá y el río Chixoy o Negro. El más importante es el río Chixoy, en este desemboca el río Tzejá, drenando gran parte no sólo del municipio de Ixcán sino del departamento, y sirve además de límite natural entre los departamentos de Alta Verapaz y Quiché. Sirviendo entre límite natural entre Ixcán y Huehuetenango transita el río Piedras Blancas. En medio del municipio corre el río Xalbal que drena al municipio en su zona central. Estos cuatro afluentes discurren de Sur a Norte y van a desembocar al río Usumacinta que tras un largo recorrido desemboca en el Océano Atlántico (COMUDE, 1995 y SEGEPLAN, 2010).

1.5.6. Zona de Vida

Ixcán se encuentra dentro de la formación de Bosque muy Húmedo Subtropical cálido, bmh-S(c). según el sistema de clasificación de Holdridge. Según el último estudio realizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) una pequeña área de la parte sur del municipio pertenece a la formación de Bosque lluvioso Subtropical como se observa en el mapa de la Figura 2 (MAGA 2010).

1.5.7. Superficie plantada con especies nativas de interés

Con la base de datos del PINFOR se registró el área incentivada por especie distribuidos en el municipio de Ixcán.

El contenido del Cuadro 2 desglosa la especie cultivada, la composición de la plantación sea esta pura o mixta y el área cultivada en hectáreas.

Cuadro 2. Superficie cultivada de las especies de estudio en el municipio de Ixcán.

Municipio	Especie	Sistema	Área (has)
Ixcán	1. <i>Astronium graveolens</i>	Puras	20.19
	2. <i>Calophyllum brasiliense</i>	Puras	3.4
		Mixta	283.92
		Total	287.32
	3. <i>Cedrela odorata</i>	Puras	16.48
	4. <i>Cordia alliodora</i>	Puras	2.51
	5. <i>Dalbergia retusa</i>	Puras	26.08
	6. <i>Dalbergia stevensonii</i>	Puras	43.91
	7. <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Puras	1.57
	8. <i>Swietenia macrophylla</i>	Puras	0.6
		Mixta	28.23
		Total	28.83
	9. <i>Tabebuia rosea</i>	Puras	27.19
	10. <i>Vochysia guatemalensis</i>	Mixta	6
		Puras	172.88
		Total	178.88

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del PINFOR recopilado en el Departamento de Desarrollo del INAB central, 2017.

Como se observa en el cuadro anterior que, dentro de las plantaciones, las especies que mayor han sido incentivadas por el PINFOR hasta el período 2,016 son: Santa María (*Callophyllum brasiliense*) (287.32 ha) y San Juan (*Vochysia guatemalensis*) (178.88 ha). En campo se pudo observar que los propietarios optan en sembrar estas dos especies debido a su rápido crecimiento, brindando retorno de capital en períodos de tiempo más cortos. Aunque estas especies no son muy cotizadas en el mercado nacional e internacional, los propietarios optan en aprovechar la madera en la construcción de viviendas y usos domésticos.

Las especies que menos superficie se ha registrado en plantación es el conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) con únicamente 1.57 ha cultivadas seguido por el palo de laurel (*Cordia alliodora*) con una extensión de 2.51 ha. Se puede observar también que 4 de las especies evaluadas no han sido registradas en la base de datos de plantaciones para el municipio de Playa Grande Ixcán, 2 de ellas debido a la mala adaptación como en el caso de la caoba del sur (*Swietenia humilis*) y palo blanco (*Tabebuia donnell smithii*). Las otras 2 especies que no fueron encontradas debido a la falta de conocimiento de los beneficios ecosistémicos fueron: el sericote (*Cordia dodecandra*) y chichipate (*Sweetia panamensis*).

1.5.8. Base de datos de PPMF Subregión II-6, Playa Grande Ixcán.

En los cuadros 3,4 y 5 se puede observar los proyectos de la base de datos de parcelas de monitoreo registrada por técnicos del INAB en la Subregión II-6, el código de las parcelas, nombre de la finca, fecha de la plantación, edad de la plantación, especies dentro de la plantación y las coordenadas en proyección GTM. El nombre científico de las especies se abrevia con las cuatro primeras letras del género y las dos primeras letras del epíteto específico. Los proyectos fueron clasificados por rangos de edad, en plantaciones de 5 a 10 años, de 10 a 15 años y de 15 a 20 años.

Cuadro 3. Proyectos de plantaciones con edades de 5 a 10 años.

No.	Cod. Parcela	Nombre de finca	Fecha de Plantación	Especie	GTM (X)	GTM (Y)
1	I26-35-1	Santos Martín	20/05/2009	ASTRGR, CALOBR, DALBST, SWIEMA, TERMAM, VOCHGU	461634	1769742
2	I26-32-1	Lucia Cano Argueta	20/05/2007	CALOBR (PURA)	464001	1762668
3	I26-25-1	María Guanche Lajuj	20/05/2007	CALOBR, CORDAL, DALBST, SWEEPA, TERMAM, VOCHGU, ZANTBE	469356	1764837

Cuadro 4. Proyectos de plantaciones con edades de 10 a 15 años.

No.	Cod. Parcela	Nombre de finca	Fecha de Plantación	Especie	GTM (X)	GTM (Y)
4	I26-15-1	Federación Integral de Comercialización de Cooperativas de Ixcán	15/06/2006	CALOBRA, DALBST, GLIRSE, PACHAQ.VOCHGU	467539	1772921
5	I26-8-1	Cooperativa la resistencia	15/06/2004	ASTRGR, CALOBR, COJOAR, TABEDO, VOCHGU, ZANT01	471019	1743480
6	I26-6-1	Cari	15/06/2002	CALOBRA, SCHIPA, TERMAM, VIROKO, VOCHGU, ZANT01	459307	1768425
7	I26-36-1	Manuel de Jesús Jimenez López	20/05/2002	CALOBR, HYMECO, PITHAR, PITHSA, SWEEPA, TABERO, TECTGR, VATALU, VOCHGU, ZANTBE	474442	1773084
8	I26-26-1	Emilio Mejia Gonzales	20/05/2003	ASTRGR, CALOBR, DALBST, PITHAR, SWEEPA, SWIEMA, TECTGR, TERMAM, VOCHGU	459541	1770200
9	I26-23-1	Caserio Cruz Gabriel	25/05/2002	ASPIME, CALOBR, DALBST, SWEEPA, TERMAM, VOCHGU	465378	1770302
10	I26-22-1	Abel Arnoldo Ríos Santizo	15/05/2005	CALOBR, DALBST, ENTECY, VATALU, VIROKO, VOCHGU	471880	1773006
11	I26-11-1	Finca Cari	15/06/2004	CALOBR, COJOAR, DALBST, TERMAM, VIROKO, VOCHGU, ZANT01	459730	1770055
12	I26-21-1	Marcelo Hernández Paxtor	15/05/2006	VOCHGU, DENRAR	460539	1769374
13	I26-19-1	Abel Hernandez Lucero	20/05/2003	ASPIME, CALOBR, DALBST, DIALGU, GUARGL, LICAPL, PITHSA, SWEEPA, SWIEMA, TABERO, TERMAM, VATALU, VOCHGU, ZANTBE	461781	1757826
14	I26-17-1	Parcela No 49	15/06/2004	CALOBR, DIALGU, PITHSA, SPONMO, SWEEPA, TABERO, TERMAM, VATALU, VIROK, VOCHGU	468753	1774137
15	I26-18-1	Parcela No 7	15/08/2003	CALOBR, DALBST, PITHAR, SWIEMA, TERMAM, VOCHGU	468280	1774318
16	I26-28-1	Miguel Angel Tecu Cuxum	20/05/2002	CALOBR, DALBST, VOCHGU	463476	1771405
17	I26-27-1	Teresa Tun Pirir	20/05/2006	CALOBR, CEDROD, DALBST, SIWEMA, TABERO, VOCHGU	460240	1769347
18	I26-29-1	Domingo Luis Jimenez	20/05/2002	CALOBR, DALBST, TABERO, VOCHGU	464355	1768766
19	I26-23-2	Caserio Cruz Gabriel	25/05/2002	ASPIME, CALOBR, DALBST, SWEEPA, TERMAM, VOCHGU	463049.1	1769802
20	I26-23-2	Caserio Cruz Gabriel	25/05/2002	ASPIME, CALOBR, DALBST, SWEEPA, TERMAM, VOCHGU	462796	1769793
21	I26-22-2	Abel Arnoldo Ríos Santizo	15/05/2005	CALOBR, DALBST, ENTECY, VATALU, VIROKO, VOCHGU	462542.9	1769783
22	I26-11-2	Finca Cari	15/06/2004	CALOBR, COJOAR, DALBST, TERMAM, VIROKO, VOCHGU, ZANT02	462289.8	1769774
23	I26-21-2	Marcelo Hernández Paxtor	15/05/2006	VOCHGU, DENRAR	462036.7	1769765
24	I26-19-2	Abel Hernandez Lucero	20/05/2003	ASPIME, CALOBR, DALBST, DIALGU, GUARGL, LICAPL, PITHSA, SWEEPA, SWIEMA, TABERO, TERMAM, VATALU, VOCHGU, ZANTBE	461783.6	1769755

Cuadro 5. Proyectos de plantaciones con edades de 15 a 20 años.

No.	Cod. Parcela	Nombre de finca	Fecha de Plantación	Especie	GTM (X)	GTM (Y)
25	I26-7-1	Atlántida	01/07/1998	ASTRGR, CEDROD, DALBST, ENTECY, MIXTAS, PACHAQ, TABERO, TECTGR	461874	1775227
26	I26-5-1	Nuevas ilusiones	01/06/1997	CEDROD, PACHAQ, SWEEPA, VATALU, VOCHGU, ZANT01	477445	1773982
27	I26-4-1	Nueva Jerusalén	01/07/2001	COJOAR, DALBST, VOCHGU	472358	1771980
28	I26-20-1	Ernesto Moran Quej	15/05/2001	DALBST, PACHAQ, TERMAM, VATALU, VOCHGU	467806	1773182
29	I26-16-1	Santa Rita	15/06/2001	CALOBR, CORDAL, PINUCH, PITHAR, SWIEMA, TERMAM, VATALU, VIROKO, VOCHGU	468855	1774240
30	I26-24-1	Cooperativa La Misión	15/06/1999	ASPIME, CALOBR, DALBST, GUARGL, SWEEPA, TERMAM, VOCHGU, ZANTBE	467167	1769122
31	I26-1-1	Virginia	03/07/1999	CEDROD, MIXTAS, SWIEMA, VATALU	468613.2	1771770
32	I26-9-1	Monte Alegre	02/07/1998	ASTRG, CEDROD, CORDAL, DALBST, SWIEMA, VOCHGU	468950	1773115
33	I26-13-1	El Peñon	15/06/2005	ASTRGR, CALOBR, CEDROD, COJOAR, HYMECO, POEPPR, SWIEMA, VOCHGU	464396	1769180
34	I26-14-1	Finca San Juan la 15	06/06/2001	DALBST (PURA)	464469	1769282

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de PPMF, Departamento de Investigación Forestal del INAB, 2017.

1.5.9. Árbol de problema

De acuerdo con observación en campo, revisión bibliográfica, entrevistas a propietarios de plantaciones, técnicos del INAB, se presentan algunos problemas en base a la necesidad de conservar diversidad biológica. En el Cuadro 6 se presentan los principales problemas encontrados. En el Cuadro 7 se presenta el árbol de problemas. Finalmente, en el Cuadro 8 la matriz de priorización de la problemática y un análisis de la realidad del recurso forestal en el municipio de Playa Grande Ixcán.

Cuadro 6. Problemas y necesidades para la conservación forestal.

No.	Problemas a priorizar
1	Cambio de uso de la tierra: La utilización de suelos para cultivos se excede a su capacidad lo cual genera problemas de erosión y uso intensivo del suelo con aplicación de productos químicos.
2	Deforestación: El recurso más explotado por la población es el bosque, de él se extrae la madera para la construcción de viviendas, leña para cocinar.
3	Amenazas por sobreexplotación: La tala ilegal de árboles como el rosul (<i>Dalbergia stevensonii</i>) en bosque natural, amenaza con la extinción de estos especímenes, endémicos de la zona.
4	Tráfico ilegal de maderas preciosas: Por la cercanía del municipio de Ixcán con México, el mercado ilegal de maderas preciosas amenaza con la extinción de los especímenes.
5	Bajo control y fiscalización de productos forestales: El control de la cantidad de productos forestales y horarios de transporte podría evitar el traslado de producto ilícito, propiciado en horas de la noche y fines de semana.
6	Falta de investigación del estado actual de plantaciones: Propicia a la falta de tecnologías para la producción forestal que no solo permita períodos de retorno relativamente largos con la madera sino también la implementación de insumos que permita el retorno de capital en periodos de tiempo más cortos como la incorporación de otros sistemas agrícolas sumado a la forestería.
7	Abandono de las plantaciones: En varios casos los propietarios optan por abandonar las plantaciones finalizado el pago del incentivo de gobierno o porque muchos de ellos migran a otras partes, o algunos han enfermado o han fallecido.

En el Cuadro 7 se presenta un análisis mixto de la problemática actual del recurso forestal resaltando las causas y efectos de cada uno de ellos y las observaciones o posibles soluciones.

Cuadro 7. Árbol de problemas identificados en el recurso forestal en Playa Grande Ixcán.

Causa	Problema	Efecto	Observaciones o posibles soluciones
Necesidad de retorno de capital a corto plazo.	Cambio de uso de la tierra.	Pérdida del suelo.	Producción autosostenible con implementación de sistemas agroforestales.
Alta demanda de madera para construcción de viviendas.	Deforestación.	Pérdida de cobertura forestal.	Implementación de plantaciones forestales comunitarias.
Alto valor de maderas preciosas y semipreciosas.	Amenazas por sobreexplotación.	Pérdida de biodiversidad.	Promover la siembra de especies nativas en peligro de extinción.
Transporte de madera fines de semana y la cercanía de Ixcán con México.	Tráfico ilegal de maderas preciosas.	Pérdida de biodiversidad.	Promover investigación botánica e histológica de maderas a nivel forense.
Bajo control por parte de Instituciones del Estado.	Bajo control y fiscalización de productos forestales.	Pérdida de cobertura forestal.	Las entidades tienen que velar por el monitoreo del comercio de madera en las fronteras inclusive los fines de semana.
Desconocimiento de los sistemas de plantaciones existentes	Falta de investigación forestal.	Baja producción a corto, mediano y largo plazo.	Comprender la dinámica forestal con fines comerciales es posible cuando existen ensayos científicos
Migración, fin del incentivo forestal, muerte de propietarios.	Abandono de las plantaciones.	Mal crecimiento de plantaciones.	Motivar a los propietarios sobre la importancia de conservar y propagar especies nativas.

En el Cuadro 8 se observa una matriz de priorización de la problemática actual, donde se jerarquizan los problemas con mayor importancia que afronta el recurso forestal en Playa Grande Ixcán. De las 7 propuestas planteadas, se definieron criterios de decisión seleccionando 4 variables o problemas más graves: Cambio de uso de la tierra, Amenaza de las especies por sobreexplotación, tráfico ilegal de maderas preciosas, falta de investigación forestal. En la matriz se analiza la gravedad o grado de afectación que conlleva cada variables o problemas priorizados.

1.5.10. Jerarquización de la problemática

Cuadro 8. Matriz de priorización de problemática actual del recurso forestal en Playa Grande Ixcán.

Gravedad o mayor afectación	Cambio de uso de la tierra	Amenaza por sobreexplotación de la madera	Tráfico ilegal de maderas	Falta de investigación forestal.	Total	Orden
Cambio de uso de la tierra	0	0	0	0	0	4
Amenaza por sobreexplotación de la madera	1	0	1	1	3	1
Tráfico ilegal de maderas preciosas	1	0	0	0	1	3
Falta de investigación forestal.	1	0	1	0	2	2

En el municipio de Playa Grande Ixcán existen diversos problemas en relación con el recurso forestal. Uno de los problemas prioritarios a enfatizar y que evoca una serie de efectos a largo plazo pero que se ha visto desde el año 1,966 es la sobreexplotación de la madera de diferentes especies valiosas en los bosques naturales.

A raíz de la deforestación surgió la necesidad de implementar sistemas forestales a través de las plantaciones con inclusión de especies endémicas y exóticas, en diferentes arreglos. El INAB a través de sus direcciones implementó el monitoreo del crecimiento en estas plantaciones a través de parcelas que se han ido midiendo año con año desde el 2003.

Considerando que los sistemas de plantación forestal son una opción viable para la conservación de material vegetal al igual de los servicios ecosistémicos que estos sistemas brindan. La falta investigación forestal con una visión a largo plazo desestima la importancia del recurso forestal. La investigación forestal conlleva un enfoque a largo plazo y no sería posibles sin la participación activa de comunitarios, COMUDES, instituciones del estado, la academia y otros sectores. Considerando que con la generación de investigación forestal sería posible la extensión de sistemas de producción más sostenible permitiendo así, un retorno de capital y flujo de dinero dentro de las comunidades.

Sistematizar información en campo y gabinete permite potencializar sitios que han tenido un manejo adecuado y realizar futuros trabajo de investigación más específicos. Se definen áreas a priorizar donde se encuentren la mayor diversidad de especies nativas valiosas y que son amenazadas por su alto valor comercial. Considerando que las PPMF son herramientas de análisis científico ya que definen la dinámica forestal como el crecimiento y la productividad de los bosques.

1.6. CONCLUSIONES

1. Se seleccionó un grupo de especies forestales que crecen en la región norte de Guatemala, los cuales se encuentran en distintos grados de amenaza a causa del alto valor de la madera. El municipio de Playa Grande Ixcán es el municipio con mayor área sembrada de estas especies y en diferentes arreglos. Las especies con mayor frecuencia en esta zona es el palo de San Juan (*Vochysia guatemalensis*) con una extensión registrada de 178.88 ha y el palo de Santa María (*Callophyllum brasiliense*) con una superficie de 287.32 ha. Los propietarios prefieren sembrar estas especies debido a que su ritmo de crecimiento es mayor y cuyo manejo es relativamente sencillo en comparación con el resto de especies evaluadas. El grupo de las Meliáceas muestra un gran desafío en el control del gusano barrenador (*Hypsipyla grandela* Z). Las especies como el Sericote (*Cordia dodecandra*) y Chichipate (*Swetia panamensis*) no fueron encontrados en la zona a causa de su desconocimiento.
2. Se identificó información de 49 PPMF que el INAB administra. Algunas de estas parcelas ya no existen a causa del aprovechamiento de la madera, dejando únicamente brinzales en el área. Algunas plantaciones han sido abandonadas por los propietarios por diversas razones, una de ellas es el interés por cultivar especies forestales únicamente en el período en que duró el incentivo forestal, abandonando posteriormente las plantaciones.
3. Se georreferenció cada parcela en el área de estudio con el objetivo de ubicar plantaciones y definir rutas de acceso a las diferentes aldeas.
4. Se detectó 7 problemas existentes que afronta el recurso forestal en Playa Grande Ixcán, se determinó la causa y el efecto que esto conlleva y se planteó una posible solución al problema.

5. Para jerarquizar la problemática se realizó un matriz de priorización. Con esta matriz se evaluó alternativas a partir de criterios de decisión. El criterio de decisión fue la gravedad o grado de afectación del problema al recurso forestal. Fueron elegidos 4 problemas centrales de los cuales, el que obtuvo mayor valor en la calificación de la matriz fue: la amenaza que corren las especies de desaparecer a causa de su sobreexplotación en bosques naturales. El segundo problema con mayor grado de afectación fue la falta de investigación forestal en la zona de estudio. Como tercer problema en la comparación, se evaluó que el tráfico ilegal de maderas preciosas le sigue en nivel de gravedad o afectación al recurso, y por último el de menor afectación es el cambio de uso de la tierra, aunque este sea una realidad que impacta en gran manera el recurso, se considera que al no haber alternativas o investigación que involucre el uso de sistemas sostenibles de plantaciones forestales o agroforestales, los propietarios de tierras desconocerán los beneficios que el recurso forestal tiene en la zona.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, US). 2017. Listado de especies amenazadas de flora (en línea). US. Consultado 17 feb. 2017. Disponible en: <https://www.cites.org/esp/app/index.php>
2. COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Ixcán, Quiché, Guatemala); SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo Ixcán, Quiché. Guatemala. 92 p.
3. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala). 2009. Lista de especies amenazadas de Guatemala –LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres según CITES de Guatemala. Guatemala. 124 p. (Documento Técnico 67, 02-2009).
4. Falla, R. 2015. El campesino indígena se levanta, Guatemala 1966-1982. Guatemala, USAC, Editorial Universitaria. v. 3, p. 21-27.
5. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2015. Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala. Guatemala, INAB, Dirección de Desarrollo Forestal, Departamento de Investigación Forestal. 212 p.
6. Marmillod, D. 2012. La red de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones, bosque natural latifoliado y de coníferas en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 46 p.
7. Montagnini, F; Jordan, C. 2005. Tropical forest ecology: the basis for conservation and management. USA, Springer. 300 p.
8. Salazar, MR. 2008. Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiarias del Pinfor. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal. 34 p.
9. The Plant List. 2016. Search (en línea). Consultado 5 mar. 2017. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/1.1/about>
10. Ugalde, LA. 2003. El sistema MIRA-SILV, componente de silvicultura manual del usuario, versión 2.9-2003. Guatemala, CATIE, 92 p.



CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES NATIVAS VALIOSAS EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS EN LA FRANJA TRANSVERAL DEL NORTE DE GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La deforestación continúa siendo un problema no resuelto en Guatemala. El cambio de uso de la tierra conlleva la pérdida de material valioso en especies vegetales, incluyendo árboles de madera valiosa, cuyas poblaciones se van reduciendo y eventualmente agotando, al punto de ser especies amenazadas o en peligro de extinción.

La diversidad de especies arbóreas presentes en los bosques de las zonas cálidas y húmedas, como las que aún existen en el Norte de Guatemala, es amplia, destacada por el alto valor comercial de su madera un grupo de especies catalogadas como “preciosas” y “semipreciosas” (INAB, 2016). Considerando cada vez menor superficie con bosque nativo, la inclusión de estas especies en sistemas productivos de plantación forestal constituye una opción viable para conservarlas, al tiempo que son utilizadas por los propietarios para fines industriales y domésticos.

Con este proyecto se busca identificar los principales sistemas de plantación forestal ubicadas en la Franja Transversal del Norte del país, con inclusión de especies nativas, algunas de estas valiosas y con distintos grados de amenaza según estándares oficiales nacionales e internacionales, identificando sus potencialidades y restricciones para su conservación y uso sostenible como opción para recuperar la cobertura forestal en tierras degradadas.

La Franja Transversal del Norte (FTN) comprende una amplia zona, ubicada al Norte de la Sierra Madre, incluyendo el Norte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. En esta zona es donde ocurren las más altas tasas de deforestación debido a la conversión de bosques hacia usos agropecuarios, monocultivos para agrocombustibles, cultivos anuales y ganadería (INAB *et al.*, 2011).

La importancia de sistematizar el estado actual de las plantaciones a través de las experiencias de los propietarios resulta importante para comprender los retos que conlleva la producción forestal con especies nativas en Guatemala. Las plantaciones evaluadas han sido monitoreadas por medio de la red de parcelas permanentes de medición forestal que el Instituto Nacional de Bosques (INAB) ha establecido en diversas regiones del país desde el año 2009, todas ellas en plantación y bosque natural.

El INAB genera y almacena datos a lo largo del tiempo que llegan a ser una fuente importante de información. El monitoreo de plantaciones forestales con inclusión de especies nativas representa una fuente primaria de información útil en investigación científica. Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al apoyo del personal del Departamento de Investigación de las oficinas regionales del INAB para acceder a la base de datos del Programa Nacional de Incentivos Forestales, así como facilitar contactos y acompañamiento de trabajo de campo.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco Conceptual

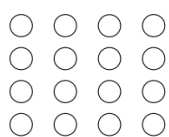
La plantación de árboles tiene una importancia creciente para satisfacer las necesidades de madera y productos de madera de la población mundial en constante crecimiento, y para mejorar los niveles de vida, asimismo para contrarrestar la menor disponibilidad de madera y otros productos forestales provenientes de los bosques naturales. También se necesitan plantaciones en los casos en que se desea rehabilitar zonas despojadas de vegetación arbórea, como páramos afectados por la salinidad, y donde se necesita la regeneración rápida de la cubierta vegetal como, por ejemplo, en el caso de la protección de cuencas, represas y canales, a la estabilización de laderas (FAO, 2000).

El fin último de las plantaciones forestales es alcanzar los objetivos de producción que permitan obtener la mejor rentabilidad para el productor, en concordancia con otros objetivos como la conservación de los suelos, protección de cursos de agua, fauna, belleza escénica y otros (Sotomayor *et al.*, 2002).

2.2.1.1. *Sistemas de plantación*

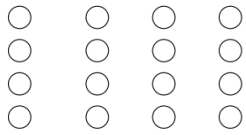
El marco de plantación se obtiene de la combinación entre la distancia entre árboles y la forma de distribuirlos. Existen varios sistemas de plantación, desde los más tradicionales hasta los menos utilizados. A continuación, se expone una pequeña síntesis de los mismos (MMAMRM, 2008).

Marco real



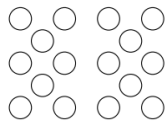
Cada pie está situado en el vértice de un cuadro. Ha sido el sistema que más se ha utilizado hasta el momento. Permite el paso de la maquinaria (tratamientos) en dos direcciones perpendiculares, entre filas y entre plantas.

Marco rectangular.



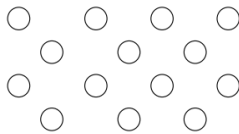
Cada pie está situado en el vértice de un rectángulo. Es el sistema que se está imponiendo. Las labores se realizan en la calle.

Cinco de oros



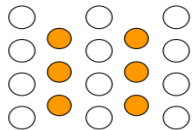
Muy similar al marco real, pero con un árbol en el centro de cada cuadrado. Presenta un inconveniente muy importante que es la dificultad para la mecanización.

Tresbolillo



Cada pie está situado en el vértice de un triángulo equilátero. La distribución de la tierra es óptima en este sistema, pero se complican las labores. Es el sistema que se está imponiendo. Las labores se realizan en la calle.

Pata de gallo



Sistema nuevo que consiste en introducir una hilera de árboles en la base de un sistema rectangular. Se añade una fila paralela a una distancia aproximadamente de 1 a 1.5 metros.

Existen diversos grados de mezcla, desde la "pureza" más extrema que se encuentra en las plantaciones monoclonales, pasando por las plantaciones policlonales, las monoespecíficas (de una sola o de múltiples procedencias) y las plantaciones de unas pocas especies que se plantan en tramos coetáneos hasta llegar, en el extremo opuesto, a la plantación multiespecífica y disetánea.

Esa variedad se da también en la naturaleza, donde los bosques naturales no están formados necesariamente por muchas o incluso por algunas especies. Se considera que una plantación pura es una masa de una sola especie que puede constar de una o varias procedencias.

En los trópicos, la plantación industrial mezclada es, generalmente, una mezcla de dos especies, pero puede existir una gran diversidad en cuanto a la forma que adopta la mezcla, por ejemplo, de uno o varios estratos, monte bajo, temporal o permanente. (Wormald, 1995).

2.2.1.2. *Plantaciones forestales multipropósito*

Expertos han enfatizado la necesidad de seguir en el esfuerzo y reconocieron el rol decisivo de las plantaciones forestales, para determinar y revertir la deforestación de los bosques nativos de toda la región. “Todos los países han reconocido la importancia de contar con plantaciones forestales multifuncionales, que provean importantes bienes y servicios medioambientales, más allá de la madera” reconoció Jorge Meza, Oficial Forestal de FAO el 2015.

2.2.1.3. *Uso de especies nativas en plantaciones*

La selección de especies de árboles nativos para el establecimiento de plantaciones comerciales es un reto y una oportunidad continua en la silvicultura tropical. La falta de información sobre la necesidad de silvicultura de árboles nativos y las amplitudes ecológicas limita enormemente el uso expandido de especies nativas (Butterfield y Fisher, 1992; Arias y Sánchez, 1995; Harstshorn, 1989; Lamprecht, 1990). Debido a esto más del 85 % de las plantaciones forestales industriales en los trópicos se han establecido con sólo tres géneros: *Pinus*, *Eucalyptus* y *Tectona* (Evans, 1992).

Por lo tanto, los forestales tropicales tienen una necesidad constante de explorar, evaluar y domesticar especies arbóreas nativas para la reforestación, sobre todo en tierras degradadas, donde no todas las especies introducidas funcionan bien y, sin embargo, es urgente restaurar la productividad y los servicios ecosistémicos.

En respuesta a esta necesidad, varios proyectos de investigación en la región Norte de Costa Rica han cuantificado las especies de árboles nativos, la adaptabilidad, el crecimiento en plantaciones puras y mixtas, la biomasa aérea, el secuestro de carbono, el efecto de la fuente de semillas, la gestión silvícola, impacto de los árboles nativos en la fertilidad del suelo, acumulación de biomasa y nutrientes (Butterfield, 1995; Butterfield y Fisher, 1992; Delgado et al., 2003; Gonzalez, 1991; Gonzalez y Fisher, 1994; Fisher, 1995; Hagggar *et al.*, 1997; Hartshorn, 1989; Montagnini *et al.*, 1995; Montagnini y Sancho, 1990; Petit y Montagnini, 2006; Redondo y Montagnini, 2006; Piotto *et al.*, 2003).

Las especies nativas son usualmente preferidas para propósitos de restauración de tierras degradadas, especialmente cuando los servicios ecosistémicos tienen prioridad sobre la parte productiva (Montagnini y Jordan, 2005).

2.2.1.4. *Enfoques silviculturales y de manejo*

Existe evidencia de que el establecimiento de plantaciones forestales con especies mixtas en lugar de plantaciones de monocultivos podría reducir la vulnerabilidad del sistema en el largo plazo (Jactel., *et al.* 2005; Ketly, 2006). La mezcla de especies de árboles con patrones de distribución de biomasa aérea y radicular contrastante y/o con capacidad de fijar nitrógeno puede aumentar la producción, en comparación con los monocultivos (Lamb 1998; Petit y Montagnini, 2006), y reducir al mismo tiempo el riesgo económico (Hartley, 2002).

Aunque los monocultivos de árboles son más fáciles de manejar y reducen tanto los costos de cosecha como de establecimiento (Ketly, 2006), la preocupación actual en torno al cambio climático y la sostenibilidad a largo plazo podría estimular el uso de plantaciones de especies mixtas, una opción que por lo general se ha ignorado hasta la fecha (Nichols *et al.*, 2006).

2.2.1.5. *Rodal*

Un rodal forestal es considerado como la unidad de ordenación o manejo que en conjunto integran un bosque. Desde el punto de vista de la silvicultura, se puede definir un rodal como una unidad razonablemente homogénea en edad, composición, estructura, calidad del terreno en que se asienta un bosque o una plantación forestal y la geografía de este. No existe una superficie particular que tenga que abarcar, de modo implícito, un rodal y su tamaño puede variar en la medida que la ordenación se intensifique. Además, las condiciones de una arboleda en particular se pueden repetir muchas veces dentro de un bosque o área de ordenación (Daniel *et al.*, 1984).

2.2.1.6. *Composición de la vegetación*

Es importante comprender la composición de un rodal forestal desde un punto de vista de manejo. La composición se refiere al número de especies presentes en el bosque o rodal. Se clasifica como puros o mezclas según las especies que los componen. Se dice que un rodal es puro cuando 90 % o más de los árboles dominantes o codominantes pertenecen a la misma especie. Puede contar con un sotobosque compuesto por otras especies sin que pierda su categoría de puro o mezclados (Daniel, *et al.* 1984).

No obstante, es importante estudiar las diferencias entre los rodales puros y mezclados, ya que esas diferencias tienen la capacidad de volver aparente o mejorar, incluso, los problemas de los bosques. Cada sitio determina lo que debe hacerse y cada rodal tiene sus propios problemas. Casi todas las especies individuales tienen una cierta tendencia hacia alguna debilidad natural: la especie puede tener raíces someras o estar expuestas al daño ocasionado por cierto insecto o enfermedad, o sus desechos descomponen en forma demasiado lenta. Este “talón de Aquiles” de los rodales puros se puede proteger a través de una mezcla adecuada de una o más especies que puedan compensar sus debilidades. (Daniel *et al.*, 1984).

2.2.1.7. *La estructura de la vegetación*

La estructura de la vegetación es la organización en el espacio de los individuos que forman un rodal, y por extensión, un tipo de vegetación o asociación de plantas. Los elementos primarios de esta estructura son la forma de crecimiento, la estratificación y la cobertura (Acosta *et al.*, 2006).

Cuando la comunidad es un bosque o plantación, el término estructura hace referencia a la organización que presentan sus componentes y la forma en que interactúan entre sí. Esta definición incluye dos aspectos importantes: la distribución de los elementos (estructura) y la consideración de sistema (procesos) al incluir las interacciones. En resumen, la estructura es la distribución de los individuos en términos de edad, altura, diámetro y otros (Wadsworth, 2000).

El tamaño y estructura de las diferentes poblaciones es el resultado de las exigencias de las especies y de las características del ambiente. La estructura observada en cada situación particular es la mejor respuesta del ecosistema a sus propias características (Valerio, 1997).

La estructura define el grado de uniformidad del bosque y la intensidad de las cortas en el futuro, por lo que tienen importancia ecológica y silvicultural (Wadsworth, 2000).

La estructura puede definirse en términos horizontal, vertical y conjunto.

a) La estructura horizontal: se refiere a la ocupación superficial de los árboles sobre el suelo. Ella puede evaluarse en términos de diámetro, área basal (suma de áreas de fuste a nivel del diámetro a la altura del pecho en valores por unidad de superficie) o cobertura del dosel. (Wadsworth, 2000).

b) La estructura vertical: se refiere a la ocupación espacial de los fustes sobre el suelo en términos de altura. Para ello es común utilizar parámetros tales como la altura dominante o predominante de una proporción de los árboles de mayor tamaño del rodal, en el caso de los rodales coetáneos y posición de doseles por especie en el caso de rodales multietáneos. (Wadsworth, 2000).

2.2.1.8. *Explicación del listado CITES*

La Convención para el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre – CITES por sus siglas en inglés-, regula el comercio global de especies amenazadas y en peligro. La comisión tiene una membresía amplia, con más de 150 partes o países involucrados. En términos simples, la Cites actúa como una guardia fronteriza, restringiendo el flujo de especies raras o de sus componentes a través de las fronteras entre países. Cada Estado miembro de la Cites es requerido a designar una Autoridad Científica para proporcionar asesoría científica de su importación y exportación (Hunter, Salzman, Zaelke, 2002).

2.2.1.9. *Muestreo no probabilístico*

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quién hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. (Hernández *et al.*, 2006).

Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones cuantitativas y cualitativas (Hernández *et al.*, 2006).

La muestra dirigida selecciona sujetos “típicos” con la vaga esperanza de que sean casos representativos de una población determinada. Por ello, para fines deductivos-cuantitativos, donde la generalización o extrapolación de resultados hacia la población es una finalidad en sí misma, las muestras dirigidas en este sentido implican muchas desventajas. La primera es que, al no ser probabilísticas, no es posible calcular con precisión el error estándar, es decir, no podemos calcular con qué nivel de confianza hacemos una estimación. Esto es un grave inconveniente si consideramos que la estadística inferencial se basa en la teoría de la probabilidad, por lo que las pruebas estadísticas en muestras dirigidas tienen un valor limitado a la muestra en sí, mas no a la población. Es decir, los datos no pueden generalizarse a ésta, la cual no se consideró en sus parámetros ni en sus elementos para obtener la muestra. Recordemos que, en las muestras de este tipo, la elección de los sujetos no depende de que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de personas que recolectan los datos (Hernández *et al.*, 2006).

La única ventaja de una muestra no probabilística, desde la visión cuantitativa, es su utilidad para determinar el diseño de estudio que requiere no tanto una representatividad de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema (Hernández *et al.*, 2006).

Para el enfoque cualitativo, al no interesar tanto la posibilidad de generalizar los resultados, las muestras no probabilísticas o dirigidas son de gran valor, pues logran –si se procede cuidadosamente y con una profunda inmersión inicial en el campo- obtener los casos (personas, contextos, situaciones) que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos (Hernández *et al.*, 2006).

En este muestreo la selección de la muestra no es aleatoria, sino que se basa, en parte, en el juicio del investigador, por lo que mantiene cierta subjetividad. Al no apoyarse en teorías probabilísticas, es imposible acotar los errores cometidos (Pintado, 2008).

A veces, para estudios exploratorios, el muestreo probabilístico resulta excesivamente costoso y se acude a métodos no probabilísticos, aun siendo conscientes de que no sirven para realizar generalizaciones, pues no se tiene certeza de que la muestra extraída sea representativa, ya que no todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos. En general se seleccionan a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando que la muestra sea representativa (Ferrer, 2010).

2.2.1.10. Muestreo dirigido

En el muestreo intencional se seleccionan los objetos que se estima, tienen que ser de casos típicos de la población. En tal selección el criterio del experto o el investigador para elegir las unidades, que se estima, pueden facilitar la información necesaria. Normalmente, en este muestreo se establecen criterios de conveniencia para la aplicabilidad de la muestra (Hernández *et al.*, 2006).

2.2.2. Marco Referencial

2.2.2.1. Investigación científica con especies nativas en Centroamérica

Ha existido iniciativa en la investigación con especies nativas en Centroamérica: Experimentos en Estación Biológica La Selva, Costa Rica, es muestra de ello.

El enfoque del ensayo en La Selva, Costa Rica, se basó en el manejo de plantaciones. Se evaluaron doce especies de árboles nativos cultivados en plantaciones mixtas y puras en pastizales degradados en las Tierras Bajas del Caribe de Costa Rica a los 15-16 años. Las plantaciones mixtas se desempeñaron considerablemente mejor que las plantaciones puras.

Las especies con mejor desempeño bajo ambas condiciones fueron *Vochysia guatemalensis*, *Virola koschnyi*, *Jacaranda copaia*, *Terminalia amazonia*, y *Hieronyma alchorneoides*.

Las plantaciones mixtas son las más productivas en términos de volumen y carbono secuestrado, así como en las parcelas puras de rápido crecimiento (Montagnini y Piotto, 2011).

2.2.2.2. *Tierras bajas del Norte de Guatemala*

Las llamadas tierras bajas del Norte de Guatemala forman extensa región de 44,544 km², (41 % del territorio nacional), cubierta originalmente por ecosistemas de bosques tropicales de baja altitud. El área se subdivide en dos subregiones: Petén, comprende 35,854 km² y la Franja Transversal del Norte una franja territorial de 230 km de largo y 40 km de ancho, que cubre aproximadamente de 8,500 km², en la parte Norte de los departamentos de Izabal, Alta Verapaz y Quiché (Milián; Grunberg; Cho, 2002).

Es importante subrayar que las “Tierras bajas del Norte”, que forman la FTN de Guatemala, según información, abarca los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, El Quiché y una parte de Huehuetenango (El Observador, 2007).

2.2.2.3. *La Franja Transversal del Norte*

Según Falla (2015), la zona estaba cubierta por una selva tropical, vegetación propia de una gran franja que cruza a Guatemala desde el río Ixcán hasta el lago de Izabal, llamada recientemente la FTN se divide en 5 sectores según lo que fue el Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA) y actualmente es el Fondo de Tierras (FONTIERRAS).

Los sectores de la FTN son el sector Ixcán, Lachuá (por la laguna de ese nombre), Sebol, Modesto Méndez y Livingston.

Esta zona selvática descansa sobre una repisa geológica caliza que se ensambla con el macizo montañoso de Los Cuchumatanes y con la Sierra de Chamá al sur.

Particularmente los ríos Ixcán, Xalbal y Chixoy, descienden tormentosamente de ese macizo en desniveles gigantescos y profundos cañones. La repisa selvática se encuentra a 300 metros sobre el nivel del mar, con un suave descenso hacia el norte, mientras que las cumbres del sur, sobre todo las de Los Cuchumatanes, pasan los 3,000 m s.n.m. (Falla, 2015).

Toda la FTN es un área de alta pluviosidad, pero más aún la parte occidental donde Los Cuchumatanes, al sur y al oeste, entrapan la humedad. Son nueve meses de lluvias de hasta 6,000 mm. A la vez es un lugar extremadamente caluroso. El calor y la humedad produjeron esa selva tropical, impenetrable hasta hace unos años en la época moderna. En la zona hay algunos sitios arqueológicos. Sus suelos se lavan con mucha facilidad y la tala despiadada de árboles deja desprotegidos los suelos que pronto se vuelven estériles (Falla, 2015).

2.2.2.4. Ubicación y relieve

La FTN es la región ubicada en la parte norte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Originalmente comprendía solamente la región de tierras bajas continuas al departamento de Petén, es decir las tierras ubicadas a menos de 500 m s.n.m. en estos departamentos (SEGEPLAN, 2011).

Sin embargo, el decreto 60-70, toma en cuenta los límites políticos administrativos de los municipios que conformarían la zona de desarrollo agrario de la cuenca del río Usumacinta, región que amplía la zona original de la FTN y que confiere características heterogéneas de relieve, suelos, vegetación y poblaciones (SEGEPLAN, 2011).

El decreto 60-70, en su artículo primero literalmente dice “se declara de interés público y de urgencia nacional, el establecimiento de Zonas de Desarrollo Agraria en el área comprendida, dentro de los municipios: Santa Ana Huista, San Antonio Huista, Nentón, Jacaltenango, San mateo Ixtatán y Santa Cruz Barillas en Huehuetenango; Chajul y San Miguel Uspantán en el Quiché; Cobán, Chisec, San Pedro Carchá, Lanquín, Senahú, Cahabón y Chahal, en Alta Verapaz y la totalidad del departamento de Izabal (SEGEPLAN, 2011).

En los últimos años, la división política administrativa del territorio de la FTN ha sido objeto de modificaciones, en la actualidad se reconocen tres nuevos municipios. Ixcán en el departamento del Quiché, Fray Bartolomé de las Casas y Raxruhá en el departamento de Alta Verapaz. El municipio de Ixcán fue creado mediante acuerdo gubernativo 772-85 y su territorio se deslindó de los municipios de Uspantán, Chajul y Santa Cruz Barrillas; Fray Bartolomé de las Casas fue creado mediante acuerdo gubernativo de fecha 21 de abril de 1,980 deslindando su territorio del municipio de Santa María Cahabón y el municipio de Raxruhá creado en la última década mediante acuerdo 10-2008 deslindó su territorio del municipio de Chisec (SEGEPLAN, 2011).

La FTN es una región de Guatemala limitada, al norte, por una línea imaginaria entre el Vértice de Santiago en Huehuetenango y Puerto Modesto Méndez en Izabal y, al sur, por La Mesilla en Huehuetenango y el Lago de Izabal. Comprende, de oeste a este, parte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal tiene una superficie aproximada de 15, 750 km². La Figura 5 ubica los departamentos que conforman la FTN y la ubicación de los puntos muestreados en el lapso de la investigación.

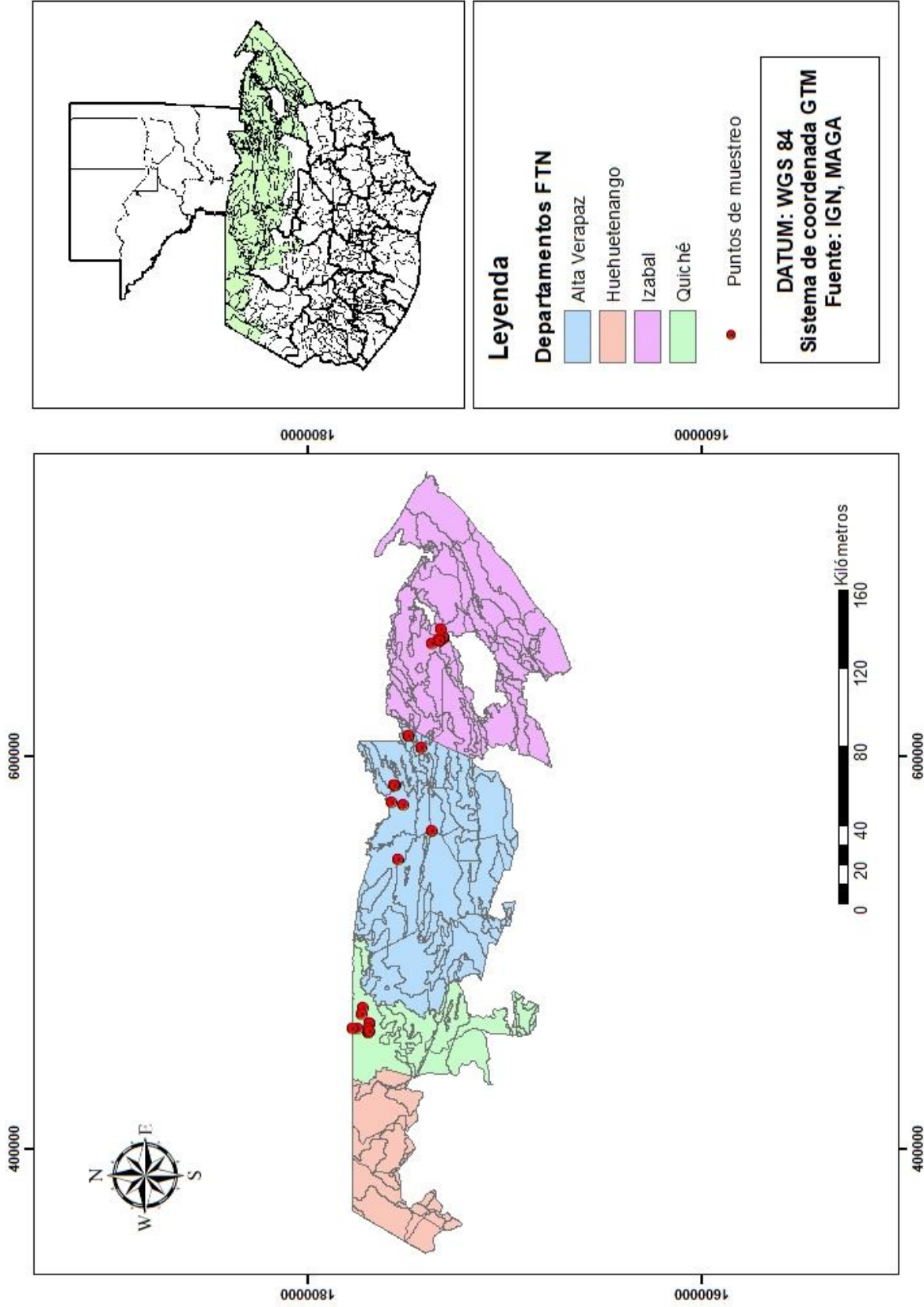


Figura 5. Mapa de departamentos de la FTN y puntos de muestreo.

2.2.2.5. Clasificación taxonómica de los suelos FTN.

En el Cuadro 9 se presenta la clasificación Taxonómica que se ha asignado a cada serie de suelos presente en los departamentos que conforman la FTN. Esta es una clasificación taxonómica de suelos a escala 1/250,000, clasificación a partir de la base dejada por la “Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala de Simmons, *et.al*”. Fue preparada sobre la base de asociación de dos o más unidades de clasificación a nivel de suborden de la Taxonomía de Suelos. Como puede observarse en este cuadro, existen series que tienen diferente clasificación a nivel de suborden, esta situación obedece a cambios en las características, tales como el régimen hídrico de los suelos (régimen de humedad), el cual puede cambiar entre regiones del país (MAGA, 2001).

Cuadro 9. Correlación de las series de suelos de Simmons (1959), con la clasificación taxonómica a nivel de suborden en departamentos de la FTN.

Código	Serie de Suelo	Clasificación Taxonómica	Departamento
Am	Amay	Udults	El Quiché, Alta Verapaz, Izabal
Ca	Calanté	Rendolls-Udepts	El Quiché, Huehuetenango
Cb	Cobán	Udults-Orthents	Alta Verapaz
Cha	Chacalté	Udalfs-Udepts-Udults	Alta Verapaz
Chc	Chacón	Udults-Udepts	Izabal
Chg	Chol	Orthents-Ustepts	El Quiché
Chj	Chicaj	Usterts	Izabal
Chl	Chapayal	Udult-Udepts	Alta Verapaz, El Quiché
Chp	Champona	Udults	Izabal
Chy	Chixoy	Orthents	Alta Verapaz, El Quiché, Huehuetenango
Ci	Civijá	Udults	Izabal
Co	Coatán	Orthents-Rendolls	Huehuetenango
Cr	Carchá	Udands-Aquepts	Alta Verapaz, El Chiché

Cx	Cuxú	Rendolls-Orthents	Alta Verapaz
Ga	Gacho	Ustepts-Unduls	Izabal
Gl	Guapinol	Udults-Udepts	Izabal
Gp	Guapaca	Udanlgs-Udepts	Izabal
In	Inca	Aquents	Izabal
Ja	Jacaltenango	Ustalfs-Usteps	Huehuetenango
Ju	Jubucó	Udepts-Orthents	Izabal
Mij	Marajuma	Ustepts-Ustalfs	Izabal
Mn	Manabiqué	Psamments-Fibrists	Izabal
Ne	Nentón	Ustepts-Rendolls	Huehuetenango
Pc	Polochic	Aquents-Aquents-Orthents	Izabal, Alta Verapaz
Qr	Quiriguá	Aquepts-Udults	Izabal
Qt	Quixtán	Udepts-Rendolls	Huehuetenango
Qx	Quixal	Orthents-Usteps	Huehuetenango
SA	Suelos Aluviales	Aquents	Izabal, Huehuetenango, El Quiché
Sb	Sebol	Udults-Humults-Udepts	Alta Verapaz
Se	Secalá	Udepts-Udalfs	Alta Verapaz
Sh	Sebach	Orthents-Udepts	Izabal, Alta Verapaz
Sn	Sholanimá	Udults-Udepts	Alta Verapaz, El Quiché
So	Solomá	Udepts-Rendolls	Huehuetenango
Sr	Sarstún	Aquepts-aquents	Alta Verapaz
Su	Semuc	Udepts-Orthents	Izabal
Tm	Tamahú	Orthents-Rendolls	Alta Verapaz, Izabal
Tq	Toquiá	Rendolls-Orthents	El Quiché, Huehuetenango
Tz	Tzejá	Udults-Udepts	Alta Verapaz, El Quiché, Huehuetenango

Fuente. MAGA, 2000.

En el Cuadro 10 se encuentran las principales características de cada uno de los Órdenes y Subórdenes de suelos identificados, presentes en los distintos departamentos que conforman la FTN. Cada orden de suelo se caracteriza uno de otros por su desarrollo, diferente régimen ambiental, condiciones de topografía, propiedades químicas del suelo, así como cada suborden presenta diverso régimen de humedad.

Cuadro 10. Características de los suelos presentes en los departamentos de la FTN.

Orden	Características	Suborden	Características
Alfisoles	Horizonte interno con altos contenidos de arcilla. Alta saturación de bases (mayor de 35 %). Son suelos maduros con un grado de desarrollo avanzado. Suelos con buen potencial de fertilidad.	Udalfs	Alfisoles con alto contenido de humedad la mayor parte del año.
		Ustafs	Alfisoles presentan déficit de humedad.
Entisol	Suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve. De acuerdo con el relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (Cimas de montañas y volcanes) o en partes planas.	Aquents.	Son Entisoles que tienen acumulación de agua en alguna parte del interior de su perfil, e incluso hasta en la superficie.
		Orthents	Suelos de profundidad poco o muy poco profundos. Ubicados en áreas de fuerte pendiente, existen también en áreas de pendiente moderadas a suave, en donde se han originado a partir de deposiciones o coluviamientos gruesos y recientes.

Inceptisol	Suelos incipientes o jóvenes, sin evidencia de fuerte desarrollo de sus horizontes, pero son más desarrollados que los entisoles. Suelos muy abundantes en diferentes condiciones de clima y materiales originarios.	Aquepts	Inceptisoles que presentan una acumulación de agua en su interior por algún tiempo la mayoría de los años.
		Udepts	Inceptisoles que tienen un adecuado contenido de humedad la mayor parte del año.
		Usteps	Son Inceptisoles que presentan deficiencia de humedad.
Molisol	Suelos con un horizonte superficial grueso, oscuro, generalmente con alto contenido de materia orgánica y una alta saturación de bases. Son suelos bastantes fértiles, y por sus características físicas y químicas generalmente son muy buenos suelos para la producción agrícola. Común en relieves planos, lo que favorece su mecanización.	Rendolls	Molisoles con un horizonte superior entre 10 y 50 cm de profundidad, alto contenido de materia orgánica, desarrollados sobre caliza suave.
Ultisol	Estos son suelos que normalmente presentan una elevada alteración de sus materiales minerales. Presentan un horizonte interior con alto contenido de arcilla, el cual tiene baja saturación de bases. Son suelos pobres, debido al lavado que han sufrido. Demandan tecnologías no convencionales su nivel de productividad son muy bajos.	Udult	Suelos que presentan déficit de humedad.

Fuente. MAGA, 2000.

2.2.2.6. Región fisiográfica de tierras bajas del Norte

Dado el relieve y la baja altitud que caracteriza la zona norte de Guatemala, el Cuadro 11 muestra el promedio y rango de altitud, la región fisiográfica de cada región natural perteneciente a las tierras bajas del norte del país, incluida la FTN.

Cuadro 11. Características geográficas tierras bajas del Norte de Guatemala.

Región Natural	Altitud (m) Media (rango)	Región Fisiográfica
Franja Transversal del Norte (FTN)	192 (100-288)	Tierras Bajas Interior Peten; Depresión Lago Izabal; Tierras Altas Sedimentarias
Sur Petén	188 (50-350)	Tierras Bajas Interior Peten
Cuenca Polochic-Izabal	230 (18-995)	Depresión Lago Izabal
Cuenca Baja río Motagua	627 (570-700)	Depresión Lago Izabal Tierras Bajas Cristalinas

Fuente. MAGA, 2001.

Los municipios que conforman la FTN tienen relieves y paisajes diferentes que le confieren tipos diferentes de clima, bosque y ecosistemas. El municipio de Barrilla en Huehuetenango, el municipio de Ixcán en Quiché y los municipios de Chisec y Fray Bartolomé de las Casas en Alta Verapaz son parte de las planicies aluviales del norte de Guatemala, además por ser un corredor natural de los vientos que provienen del mar Caribe (SEGEPLAN, 2011).

En los municipios de Cobán, San Pedro Carchá, Lanquín, Cahabón, Chahal, Livingston y parte del Estor existe una predominancia de Cerros y Lomas cársticas, es decir colinas y montañas no muy altas con suelos con alta presencia de cal.

Ya que el relieve interno permite la intromisión de vientos del mar Caribe, en esta subregión también se registran lluvias constantes (SEGEPLAN, 2011).

2.2.2.7. Zonas de vida FTN

Estas características, entre otras, ubican a esta subregión de tierras bajas del norte en la zona de vida, denominada según Holdridge “Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido)” la cual se define como: Terrenos de topografía plana donde la precipitación pluvial alcanza los 2,000 mm anuales.

La temperatura media anual fluctúa entre 21 °C a 25 °C. Tiene un clima variable por la influencia de los vientos. La composición florística es muy variable y rica en términos de biodiversidad (SEGEPLAN, 2011).

Los municipios de San Mateo Ixtatán, Santa Ana Huista, San Antonio Huista y Jacaltenango forman parte de las laderas y pequeños valles del imponente macizo montañoso de la Cordillera de Los Cuchumatanes que alcanza más de 3,000 m s.n.m. Por lo tanto, la predominancia de clima y vegetación en estos municipios corresponden a un bosque de coníferas o vegetación mixta propio de las zonas montañosas altas de Guatemala. La zona de vida predominante en estos municipios es Bosque muy húmedo montano bajo (SEGEPLAN, 2011).

Por último, parte de los municipios de Nentón, Jacaltenango y Santa Ana Huista, por estar ubicados al otro lado de la Sierra de los Cuchumatanes en un valle inter montano y con baja presencia de lluvia, hacen de esta zona predominantemente de tierras secas y cálidas. Esta subregión se encuentra en la zona de vida denominando Bosque seco subtropical la cual tiene las siguientes características: Precipitaciones mínimas de 500 mm anuales y máximas de 1,000 mm anuales, terrenos planos a ligeramente ondulados, con especies propias de clima cálido y seco como caoba de costa, cactáceas y agaváceas (SEGEPLAN, 2011).

2.2.2.8. Aspectos de Población

La FTN se localiza en el área denominada norte bajo del país. El Cuadro 12 presenta los 4 departamentos y 23 municipios que forman parte de la FTN. Con una extensión cercana al 20 % del territorio nacional (unos 21,700 km²), la FTN aglutina 12 comunidades étnicas diferentes, predominando la Q'eqchi' que ocupa el 56 % de su territorio.

Según información de Instituto Nacional de Estadística –INE-, para el año 2,002 la población perteneciente a los municipios de la FTN suma casi el 10 % de la población nacional, de las cuales el 71 % se identifican como indígenas (SEGEPLAN, 2011).

Cuadro 12. Departamentos y Municipios de la FTN.

Departamento	Municipios de la Franja Transversal del Norte	Departamento	Municipios de la Franja Transversal del Norte
Huehuetenango	Jacaltenango	Izabal	Puerto Barrios
	Santa Ana Huista		Morales
	San Antonio Huista		Los Amates
	Nentón		El Estor
	San Mateo Ixtatán		Livingston
	Barillas		Puerto Barrios
Alta Verapaz	Cobán	Quiché	Playa Grande Ixcán
	San Pedro Carchá		Uspantán
	Senahú		Chajul
	Lanquín		
	Cahabon		
	Chisec		
	Raxruha		
	Chahal		
	Fray Bartolomé de las Casas		

Fuente: SEGEPLAN 2011.

Considerando las proyecciones de población del INE, para el año 2,018 se estimó que en la FTN viven cerca de 427,697 habitantes. Las proyecciones de población muestran como la tendencia al crecimiento es mayor en los municipios de Barillas, Cobán, Ixcán y San Pedro Carchá (SEGEPLAN, 2011).

La tasa de crecimiento poblacional promedio para la FTN es de 1.268, según las proyecciones del INE 2,002-2,010. La tendencia al crecimiento poblacional se acentúa en Barillas y El Estor. La tasa de crecimiento más pequeña son las de Santa Ana Huista, Senahú, y Los Amates. (SEGEPLAN, 2011).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Caracterizar plantaciones forestales monitoreadas por la red de parcelas permanentes de medición forestal que incluyen especies nativas valiosas en la Franja Transversal del Norte.

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Establecer la preferencia de especies cultivadas en plantaciones en la zona.
2. Identificar los principales requerimientos ambientales de las especies.
3. Calcular las tasas de crecimiento de las especies en plantaciones en la zona de estudio.
4. Describir las principales prácticas aplicadas en plantaciones con especies nativas de interés.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Preferencia y proporción de especies cultivadas en la FTN

2.4.1.1. *Tipo de investigación*

La investigación fue de carácter exploratorio y descriptivo, conjugando análisis cuantitativo y cualitativo. El propósito del trabajo fue identificar y caracterizar plantaciones con potencial para conservación de material valioso de especies amenazadas. Se buscó sentar las bases para futuros esfuerzos de investigación más específica que abarquen con mayor detalle aspectos como adaptación de las especies, crecimiento en distintos ambientes y regímenes de manejo o auto ecología de las especies.

2.4.1.2. *Población objetivo*

La población objetivo lo constituyó el conjunto de plantaciones con la presencia de especies descritas en el listado del Cuadro 13. Fueron seleccionadas plantaciones que han sido monitoreadas por las distintas subregiones de INAB a través de la red de PPMF y han tenido manejo constante desde los primeros estados de desarrollo de la plantación.

2.4.1.3. *Criterio para selección de especies*

La investigación estuvo orientada hacia el grupo de especies nativas con alto valor comercial actual en Guatemala. Todas ellas son consideradas como “maderas preciosas” o “semipreciosas” por el INAB.

Algunas especies de este grupo presentan diferentes grados de amenaza, lo cual se califica conforme dos estándares oficiales, uno internacional propuesto por la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (Cites, 2016) y el otro nacional, propuesto por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP, 2009). El listado de especies aparece en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Listado de especies y grado de amenaza.

No	Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Categoría comercial	Apéndice CITES	Listado CONAP
1	Caoba Hoja Grande	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	Preciosa	II	3
2	Caoba del Pacífico	<i>Swietenia humilis</i> Zuccarini	Meliaceae	Preciosa	II	2
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Preciosa	III	2
4	Rosul, Granadillo	<i>Dalbergia stevensonii</i> Standl	Leguminosae	Preciosa	III	2
5	Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Leguminosae	Preciosa	III	2
6	Sericote	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Boraginaceae	Preciosa	--	3
7	Jocote fraile o jobillo	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	Preciosa	--	3
8	Chichipate	<i>Sweetia panamensis</i> (Benth.) Yakovlev	Leguminosae	Preciosa	--	--
9	Palo Blanco	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Bignoniaceae	Semi-preciosa	--	--
10	Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i> Bertol	Bignoniaceae	Semi-preciosa	--	--
11	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Clusiaceae	Semi-preciosa	--	--
12	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Semi-preciosa	--	--
13	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Leguminosae	Semi-preciosa	..	3
14	San Juan	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn Sm.	Vochysiaceae	Secundaria	--	--

Fuente: CITES 2016, COMAP 2009, The Plant List, 2016.

2.4.1.4. Sitios explorados

Los trabajos de campo se realizaron en los límites de las tierras bajas y húmedas de la FTN, donde existe registro de plantaciones con especies nativas de interés. Con el apoyo de la Dirección de Desarrollo forestal y Subregiones del INAB fue posible el acceso a los archivos de usuarios inscritos al PINFOR, al registro de plantaciones voluntarias y a las plantaciones obligatorias.

El primer sitio explorado fue el municipio de Ixcán, departamento de Quiché (Estrato 1) en jurisdicción de la Subregión II-6, INAB. La segunda etapa de campo se realizó en los municipios de Fray Bartolomé de Las Casas, Chisec y Chahal del departamento de Alta Verapaz (Estrato 2) en jurisdicción de la Subregión II-5, INAB. Por último, la tercera etapa se realizó en los municipios de Livingston y El Estor en la parte Norte del departamento de Izabal (Estrato 3) jurisdicción de la Subregión III-1 INAB.

Se utilizó la información de la base de datos de parcelas permanentes de medición que la dirección de Desarrollo Forestal administra. Esta información está almacenada en un Software privado empleando la metodología de *Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos, Componente de Silvicultura* (MIRASILV), desarrollada por el CATIE (Ugalde, 2003).

Por ser este un estudio exploratorio se realizó un muestreo dirigido tomando como universo la base de datos de parcelas permanentes de medición forestal, plantaciones incentivadas, de plantaciones obligatorias y plantaciones voluntarias.

La intensidad de muestreo de parcelas muestreadas por departamento fue el siguiente: En departamento de Quiché de un total de 44 parcelas de interés se estudiaron 11 parcelas con una intensidad del 25 %. Para el departamento de Alta Verapaz del total de 20 parcelas con especies de interés se evaluaron 10 parcela con una intensidad del 50 %. Para el departamento de Izabal del total de 23 parcelas con especies de interés se seleccionaron 11 muestras con una intensidad de muestreo de 48 %

2.4.1.5. Levantamiento de información

Se realizó un muestreo no probabilístico, seleccionando estratos, cada estrato representado por departamentos (Quiché, de Alta Verapaz e Izabal). Dentro de cada estrato se realizó un muestreo dirigido, donde la muestra se definió buscando estudiar casos típicos de plantaciones.

El criterio de selección de las muestras parte del universo de plantaciones forestales. Para asegurar la mayor variabilidad se tomó en cuenta los siguientes criterios: (i) composición de especies: plantaciones puras, con dos o más especies y con tres o más especies; (ii) edad: bosque joven, etapa intermedia y etapa de madurez; (iii) condición de sitio: suelos anegados, variación por condiciones topográficas; (iv) régimen de manejo: intensidad de intervención, control de plagas, control de malezas, vinculado a la composición de rodal.

La unidad de muestreo consistió en parcelas de 500 m² y 1,000 m² de superficie, de forma rectangular. Se aprovecharon las parcelas del sistema de monitoreo de plantaciones forestales que el INAB administra. El instrumento para el registro de datos de las plantaciones se muestra en la Figura 12 A, boleta de medición de árboles en pie, proporcionada por el departamento de investigación forestal del servicio nacional forestal.

Para la elección de la muestra se priorizaron plantaciones que en el área incluyeran la presencia de 5 o más individuos de las ocho especies con mayor grado de amenaza dentro de los dos estándares oficiales (CITES 2016 Y CONAP 2009), listados del Cuadro 13, las ocho especies con mayor grado de amenaza en la región Norte del país son: caoba de hoja ancha (*Swietenia macrophylla*); caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*); cedro (*Cedrela odorata*); rosul (*Dalbergia stevensonii*); cocobolo (*Dalbergia retusa*); sericote (*Cordia dodecandra*); jocote fraile (*Astronium graveolens*) y conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Aunque existen registros de plantaciones con cultivo de sericote, en campo no fue encontrada esta especie.

En resumen, el número y tipo de casos se definió a partir de un análisis minucioso del universo, escogiendo plantaciones en condiciones de sitio óptimas como en condiciones limitantes, así como la composición de especies en función a la edad tomando en cuenta plantaciones jóvenes, intermedias y maduras, casos particulares de sitio y de manejo. La muestra se definió con un enfoque cualitativo, dado el carácter exploratorio de la investigación.

2.4.1.6. Selección de muestra departamento de Quiché

El primer sitio explorado fue el municipio de Ixcán, en el departamento de Quiché (estrato 1), donde la Subregión II-6 del INAB administra 49 PPMF y de estas 44 parcelas cuentan con la presencia de especies de interés en plantaciones mixtas y plantaciones puras.

Según el criterio de selección de la muestra del inciso 2.4.1.5., del universo de plantaciones fueron escogidas 11 parcelas con especies de interés en composición pura y en distintos arreglos y grados de mezcla.

En el Cuadro 20 A se puede observar los sitios explorados en la investigación. El cuadro ubica los sitios muestreados, así como la posición topográfica en que se encuentra la plantación, la zona de vida en que se distribuyen las muestras, la especie dominante según la proporción de área basal (% AB), y las coordenadas de ubicación de las parcelas estudiadas. Esta información fue obtenida de la base de datos de parcelas de monitoreo y la base de plantaciones forestales inscritas al PINFOR hasta el año 2,016.

Posterior a la selección de la muestra se procedió a comunicar a la subregión de INAB y a los propietarios de plantaciones el motivo de la visita y los objetivos de la investigación. Se dispuso de personal técnico y tiempo de apoyo en campo.

La información fue recolectada en dos visitas con respaldo en las rutas de acceso a comunidades y georreferenciación de parcelas monitoreadas por el servicio nacional forestal.

2.4.1.7. Selección de muestra departamento de Alta Verapaz.

La segunda región explorada fue el departamento de Alta Verapaz (estrato 2). Las plantaciones han sido monitoreadas por la Subregión II-5 del INAB ubicada en el municipio de Fray Bartolomé de las Casas. La Subregión monitorea 51 PPMF, dentro de este grupo, 20 plantaciones cuentan con la presencia de especies de interés en composición pura y mixta. Algunas especies nativas de rápido crecimiento como *Vochysia guatemalensis* y *Calophyllum brasiliense* son sembrados en esta región en mezclas con especies exóticas de rápido crecimiento como la teca (*Tectona grandis*) y la melina (*Gmelina arborea*). Más del 50 % de las plantaciones monitoreadas en esta región se encuentran en composición pura de Teca por lo que no fueron incluidas dentro de la muestra.

Fueron seleccionadas 10 muestras del universo de plantaciones siguiendo el criterio mencionado en el inciso 2.4.1.5., Las parcelas de estudio están distribuidas en los municipios de Chisec, Fray Bartolomé de las Casas, Cahabón y Chahal del departamento de Alta Verapaz (Estrato 2). En el Cuadro 20 A se observa los sitios explorados.

Posterior a la selección de la muestra se comunicó con personal del INAB de la Subregión y propietarios de fincas.

2.4.1.8. Selección de muestra departamento de Izabal

Se mapeó las parcelas distribuidas en el departamento de Izabal, se localizaron parcelas ubicadas en el municipio de El Estor, Livingston y Los Amates.

Según la base de datos de parcelas, Izabal cuenta con 40 PPMF establecidas hasta el año 2,016. En este estrato, 23 plantaciones fueron sembradas con especies nativas de interés y en 17 plantaciones monitorean *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* en composición pura. De las 23 parcelas establecidas fueron excluidas 9 parcelas de la base de datos. Fueron excluidas a raíz de la invasión de la propiedad por parte de los pobladores del municipio de El Estor. A raíz de esta problemática, en el 2,017 y como parte de la investigación se establecieron 9 parcelas nuevas en el municipio de Livingston y Los Amates.

Siguiendo el criterio de selección del inciso 2.4.1.5., del universo de plantaciones se estudiaron 12 parcelas con especies de interés en composición pura y en distintos arreglos y grados de mezcla. En el Cuadro 20 A se encuentran las muestras exploradas en el departamento de Izabal.

Posterior a la selección de las unidades de estudio, se procedió en campo a verificar y corroborar que los casos de plantación cumplieran con las condiciones de manejo y presencia de especies de estudio. Al cumplir las plantaciones con las condiciones de manejo se evaluó el nivel de mezcla entre especies y en campo las condiciones de sitio y relieve, la autoecología de las especies, y la edad de la plantación.

Para conocer la preferencia de cultivar las especies de estudio fue importante la cantidad de superficie plantada con las especies incentivas por el PINFOR, así como la consulta con los propietarios.

Para conocer la composición del rodal se listó la presencia de cada individuo dentro de la parcela. Se evaluó la adaptación de las especies a las condiciones locales según su pureza y grado de mezcla. Con el apoyo de personal de campo y del propietario se identificaron las especies y fueron registrados en el instrumento que aparece en la Figura 12 A.

Se procedió a métodos directos de medición dentro de la parcela; con la ayuda de cinta diamétrica se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros y con cinta métrica e hipsómetro (Suunto) se midió alturas totales (H. total) en metros, por cada individuo de la parcela.

Se evaluó el estado fitosanitario de cada árbol a través de la observación. Se marcaron y enumeraron los árboles con aerosol como parte de la metodología de monitoreo de parcelas permanentes para futuras remediciones.

Las respuestas fueron surgiendo conforme se desarrollaba la conversación con los propietarios y administradores de las fincas, las entrevistas fueron grabadas y sistematizadas en gabinete. El propósito de la entrevista fue conocer la razón por la que los propietarios optaron por sembrar especies nativas en plantación. El Cuadro 14 muestran los componentes de la entrevista en relación a la composición del rodal forestal.

Cuadro 14. Componente de la entrevista a propietarios para comprender la composición del rodal y propósito de cultivar la plantación.

Datos	Descripción de datos a evaluar	Variables por evaluar	Entrevista
Composición del rodal.	La composición se refiere al número de especies presentes en el bosque o rodal.	Observar si el rodal es puro o mixto. Cantidad de individuos por hectárea.	¿Cuál fue el propósito de sembrar estas especies? ¿Por qué decidió sembrar plantación mixta o pura? ¿Qué edad tiene la plantación?

2.4.2. Requerimientos ambientales de las especies de estudio

En la investigación se tomaron en cuenta los requerimientos ambientales. Aunque en general, todas las especies forestales no son muy exigentes con respecto a la calidad de suelos para su desarrollo, es necesario tener en cuenta una serie de limitantes que pueden restringir severamente el desarrollo de las plantaciones forestales con especies nativas. Se estudió las especies de interés con observación en campo y hubo revisión de literatura de cada especie.

Se tomó en cuenta en campo las condiciones ambientales y de sitio como la posición topográfica de la plantación y cantidad de luz que entra al sotobosque.

2.4.2.1. Topografía

En campo se tomó como consideración especial la posición topográfica de la ubicación de la parcela, la forma de la topografía contribuye con los suelos al ofrecerles un balance de material en la superficie terrestre.

Se tomó en consideración el medio geomorfológico a través del material parental, del relieve (pendiente, altura relativa, exposición) y de las condiciones de drenaje. Se tomo en consideración la posición en que se encontraba la plantación, las condiciones del terreno, si el suelo permanece anegado y las especies que se adaptan a estas condiciones de suelo.

Se observó y documentó cómo influyen los factores topográficos en el crecimiento vegetativo. Esto fue importante para conocer los requerimientos ambientales de cada especie en plantaciones puras y en mezclas. No todas las mezclas son buenas, sus requerimientos son distintos. En este trabajo se buscó identificar especies que se complementan entre sí en función del grado de mezcla y requerimientos ambientales y como la posición topográfica en la que se encuentran las plantaciones influye en su crecimiento.

2.4.2.2. Luz

Se tomó en consideración la cobertura del dosel ya que desempeña un gran papel en la cantidad de luz solar que llega al suelo del bosque. Si llega mucha luz al suelo llegará a desarrollarse un denso sotobosque.

El método empleado para medir la cantidad de luz que entra al sotobosque fue el método de procesamiento de fotografías tomadas al dosel de los árboles y así reconocer las especies que toleran condiciones de poca o baja iluminación. Se utilizó el software libre ImageJ, su arquitectura de plugin y entorno de desarrollo integrado de ImageJ lo han convertido en una plataforma para enseñar procesamiento de imágenes (Burger, 2007).

Se clasificaron las fotografías y se midió la cantidad de luz que entra del dosel de los árboles de cada parcela de estudio. En gabinete se determinó el porcentaje de cobertura e iluminación que entra al dosel y se evaluó junto con revisión bibliográfica la capacidad de las especies de tolerar sombra y las especies que requiere más luz para su desarrollo. Los doseles forestales se clasificaron como: abiertos (del 10 % -39 % del cielo está obstruido por los doseles de los árboles); moderadamente cerrados (del 40 % -69 % del cielo está obstruido por los doseles de los árboles) o cerrado (del 70 % -100 % del cielo está obstruido por los doseles de los árboles) (Martínez, 2015).

En el Cuadro 15 se muestra los componentes de la entrevista realizada a propietarios, así como la descripción de las variables de estudio. En este inciso interesa estudiar la influencia de la luz que entra al dosel forestal y los requerimientos de luz de cada especie, así como la influencia que tiene la posición topográfica en la adaptación de las especies en una zona donde la topografía va de plana a ondulada donde los encharcamientos son eminentes en períodos lluviosos del año.

Cuadro 15. Variables de estudio para conocer la ecología de las especies.

Datos	Descripción de datos a evaluar	Variables por evaluar	Entrevista
Posición topográfica.	<p>La forma de la topografía incluye en la formación del suelo por ende influye también en la ecología de la vegetación. Se puede observar en suelos anegados donde usualmente no crecen árboles.</p> <p>Todo el material parental se almacena y el agua se confina provocando que muchas especies no se adapten al sitio. Al contrario, existen especies que sí toleran suelos anegados en partes bajas. De la misma manera varía el crecimiento en la cima de una colina.</p>	<p>Se observó en campo la posición topográfica en que se encuentra la plantación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ladera. - Cumbre. - Pie de monte. - Planicie. - Estribaciones. 	<p>¿En épocas de lluvia se ha encharcado el terreno?</p> <p>Si es así</p> <p>¿Cuánto tiempo permanece encharcado?</p>
Cantidad de luz (autoecología)	<p>La cobertura del dosel desempeña un gran papel en la cantidad de luz solar que llega al suelo del bosque</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regeneración natural - Tolerancia a sombra - Tolerancia a luz - Velocidad de crecimiento de cada especie. - Hojas sempervirentes en períodos de lluvias más largos en los meses de mayo a septiembre. 	<p>Requerimientos de luz en el rodal forestal con especies nativas arbóreas en diferentes grados de mezcla desde un rodal monoespecífico a más de 5 especies en el rodal.</p> <p>Se tomaron fotografías al dosel forestal.</p> <p>Nos interesa conocer si las plantas son</p> <ul style="list-style-type: none"> - heliófilas, - esiófitas, - umbrófilas - intermedias 	<p>¿Existen árboles que no crecen bien y llegan a morir a causa de la competencia con otros árboles?</p> <p>¿Qué árboles son?</p> <p>¿Cuándo ocurre esto?</p> <p>¿El color de las hojas de los árboles permanecen verdes en todas las épocas del año?</p>

El propósito fue obtener y comprender aspectos vinculados al comportamiento en diferentes condiciones de sitio y requerimientos ambientales de las especies en los distintos estados de desarrollo de las plantaciones.

Para determinar la cantidad de luz que entra al sotobosque y la cobertura del dosel (%) se utilizó el software libre ImageJ. Es un programa de procesamiento de imágenes digitales de dominio público. Entre las muchas funciones de procesamiento científico de imágenes, el programa Image J proporciona el porcentaje de luz que hay en una fotografía que es tomada desde debajo del dosel mirando hacia arriba.

El procedimiento fue el siguiente:

- a) Abrir el programa ImageJ descargar en <http://imagej.nih.gov/ij/download.html>
- b) Para abrir la fotografía que se va a analizar, utilizar la pestaña File > Open (o pulsar ctrl+O). Buscar la ubicación de la fotografía.
- c) Para el propósito de la investigación fue preciso usar imágenes binarias (en blanco y negro). Para transformar una imagen a forma binaria en el ImageJ bastó utilizar las pestañas: Process > Binary > Make Binary.
- d) A continuación, se obtiene el histograma. El histograma de una imagen es un gráfico de barras donde los 255 niveles de gris se distribuyen en intervalos iguales (barras) indicando cuántos píxeles hay en la imagen con el nivel de gris dentro de cada intervalo. En este caso por tratarse de una imagen binaria únicamente hay dos niveles de gris: 0 para blanco (luz) y 255 para negro (oscuridad). Para obtener el histograma: Estando activa la ventana de la imagen, ir a Analyze/Histogram (o pulsar ctrl+H). En la Figura 6 se observa el ejemplo del histograma generado en el software.

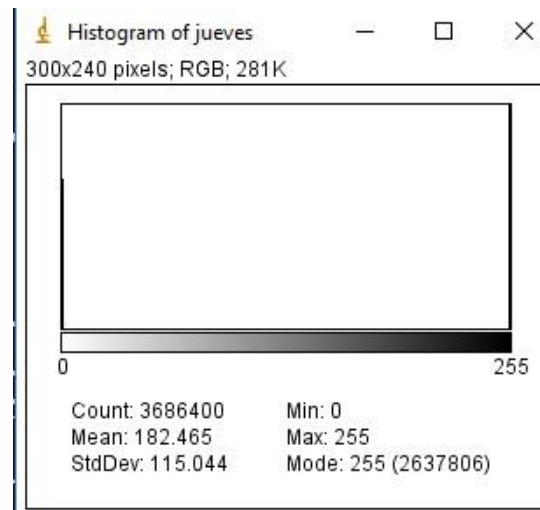


Figura 6. Ejemplo de histograma.

Como se observa en la Figura 6, Image J generó un Histograma de fotografía al dosel de una plantación pura de *Cedrela odorata* con el objetivo de la medición de niveles de luz. En la ventana del histograma aparece el número de píxeles de la imagen (Count), los valores máximos, mínimos, medios y modal de la intensidad (Max, Min, Mean y Mode).

- e) Hacer clic en el botón List que aparece en la ventana del histograma, ahí se encuentra la cantidad de píxeles para cada valor de gris.

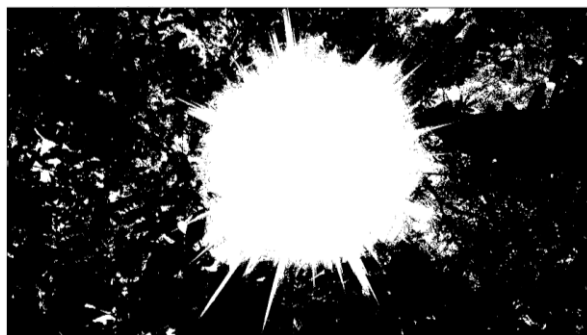


Figura 7. Imagen binaria de una fotografía tomada al dosel de una plantación joven de *Cedrela odorata* ubicada en Izabal a una distancia de 1 m del suelo.

La imagen binaria muestra distintos valores de gris como se observa en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Interpretación de valores totales de luz, Image J.

	Valores de tonos	Pixeles	Porcentaje %
Luz (blanco)	0	1048594	28
Biomasa (gris)	255	2637806	72
	TOTAL	3686400	100

Ejemplo de la interpretación de valores totales de luz que entra al sotobosque de una plantación joven de *Cedrela odorata* ubicada en Izabal.

El valor 0 es indicador de la tonalidad blanca en la fotografía o bien cantidad de luz que entra del dosel al sotobosque. En la fotografía anterior la luz que entra al sotobosque es de un 28 %. El valor 255 es un indicador de espesura del dosel o bien tonalidades de grises en la fotografía anterior se observa que el dosel forestal cubre un 72 %.

Para determinar el porcentaje de luz, en Excel se dividió el número de pixeles del histograma para el valor 0, entre el número de pixeles totales (Count) y multiplicarlo por 100.

2.4.3. Cálculo de las tasas de crecimiento de las especies evaluadas

Posterior a la entrevista, se realizó medición de altura y diámetro de cada individuo de las parcelas de estudio, se midió la altura de 3 filas de árboles continuas al centro de cada parcela y se midió el diámetro a la altura del pecho de cada árbol como se observa en la Figura 8. En gabinete se procedió a estimar la proporción promedio de área basal (%) que ocupa cada una de las especies en una hectárea (ha) de terreno y los incrementos medios anuales en altura (m/año) y diámetro (cm/año) de cada especie.



Figura 8. Medición del diámetro a la altura del pecho de un árbol de *Swietenia macrophylla* en el municipio de Ixcán, departamento de Quiché

Se realizaron mediciones de diámetro y altura de cada individuo dentro de la parcela. Con estos datos se calculó el área basal que ocupan las especies dentro del rodal forestal.

Los diámetros fueron utilizados para estimar el Área basal (m^2) que ocupa cada especie en una hectárea de terreno. La proporción de área basal que ocupan las especies en un rodal forestal permite conocer la intensidad de raleos que ha recibido la plantación, el arreglo del sistema forestal y la preferencia de las especies.

El Área Basal fue estimada a través de la fórmula:

$$AB = \frac{\pi * Dap^2}{4}$$

Donde:

Dap = Diámetro a la altura del pecho (cm)

AB = Área basal (m^2)

El Área basal se define como la suma por unidad de superficie de todos los fustes a nivel del Dap, es otra expresión combinada de Dap y Número de árboles. (Husch, 1993). El área basal es una medida directa de la densidad, para un sitio y edad dada. El espacio de crecimiento depende de características bióticas y abióticas muy específicas que permiten el crecimiento de las plantas: el suelo, el agua disponible para el crecimiento, la exposición, la temperatura, los nutrientes entre otros (Denoso, 1981).

El análisis realizado a los datos consistió en estadística descriptiva incluyendo medidas de tendencial central y de variación.

La información obtenida se condensa en tres cuadros, centrales del trabajo, uno donde se muestra los principales rasgos de cultivo en el otro cuadro despliega lo referente a requerimientos ambientales y el último cuadro el crecimiento de las especies en la zona de estudio. Para concluir con una discusión y análisis sobre el manejo que reciben y las potencialidades de las plantaciones con las especies evaluadas.

En la Figura 9 se muestra el ejemplo de la ubicación espacial de árboles dispersos de un remanente de bosque caso contrario a una plantación donde la ocupación espacial es en líneas y de forma homogénea con un distanciamiento comúnmente de 3 m x 3 m.



Figura 9. Ejemplo de la ocupación de área basal de árboles en pie de una masa forestal heterogénea o remanentes de bosque natural.

Posterior a la medición en campo se tabularon los datos y se determinó el promedio total en alturas (m), promedio total de diámetros (cm).

Se realizó cálculo de Incrementos Medios Anuales IMA en altura (m/año) e IMA en diámetro (cm/año) de todas las especies presentes en las parcelas evaluadas, se tomó en consideración los valores del IMA promedio total de cada especie de estudio.

Se realizaron 2 gráficas de cajas y bigotes con rangos y medias de IMA en altura y diámetro por cada especie evaluada, con el objetivo de entender el ritmo de crecimiento de las especies.

2.4.4. Descripción de principales prácticas en plantaciones forestales.

En este inciso fue de interés conocer las prácticas silviculturales y conocimientos ancestrales de manejo y control de plagas en plantaciones. Se realizó una serie de preguntas a propietarios y encargados de fincas respecto al historial de manejo del rodal. El Servicio Forestal fue la institución que apoyó en el vínculo y apoyo de personal en campo cuya presencia hizo posible el acceso a las fincas. También facilitó el acceso a los planes de manejo y números telefónicos de propietarios.

El fin último fue priorizar prácticas de manejo cuyos tratamientos intermedios fueran exitosos, presentaran bajas densidades en el rodal forestal y su arreglo con especies nativas en niveles de mezclas o pureza positivas.

En el Cuadro 17 se muestra los componentes de la entrevista dirigida a propietarios para conocer las principales prácticas aplicadas al cultivo de especies nativas en plantación.

En este inciso interesó conocer la estructura vertical y horizontal del rodal y sanidad de la plantación, en especial en especies con mayor grado de vulnerabilidad al ataque de plagas forestales o cuidados especiales debido al requerimiento del medio en que se desarrollan.

Cuadro 17. Componente de la entrevista dirigida propietarios para conocer las principales prácticas de manejo aplicadas a plantaciones.

Datos	Descripción de datos a evaluar	Variables por evaluar	Preguntas a propietarios
Interesa conocer más sobre la estructura horizontal de la plantación.	La estructura es la distribución de los individuos en términos de edad y diámetro.	Se toma en consideración las variables DAP (cm). Edad para entender la dinámica del rodal forestal.	¿Qué edad tiene la plantación? ¿Cuántos raleos realizó? ¿Cuántas podas realizó?
Sanidad del fuste	Se quiere saber el estado fitosanitario del fuste para determinar si el árbol ha tenido ataque de plagas o enfermedades.	Sano. Pudrición. Insectos. Lianas. Microorganismos	¿Hubo ataque de plagas en la plantación? Si hubo ataque ¿Qué métodos utilizó para la prevención y control de la plaga?
Forma del fuste.	La forma del fuste determina la competencia que ha tenido el árbol. La competencia está relacionada con la densidad en el rodal, y esta densidad en función del manejo.	Recto. Inclinado. Sinuoso. Bifurcado. Ramas. Gambas.	¿Cuál de estas especies es la de mayor crecimiento?

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. Especies valiosas en plantaciones presentes en la FTN

Ninguna de las especies en estudio ha sido plantada extensivamente en Guatemala. De acuerdo con el Servicio Forestal Nacional (INAB, 2016) *Tabebuia donnell-smithii* fue la especie nativa de madera valiosa con la mayor superficie cultivada con incentivos de gobierno durante los pasados 20 años en el país, seguida por *Cedrela odorata*, *Callophyllum brasiliense* y *Swietenia macrophylla* estas cuatro especies se encuentran entre las 10 más plantadas en términos de superficie, el interés por establecerlas proviene de la promoción realizada por el servicio forestal y del entusiasmo de los productores atraídos por el alto valor de la madera. Sin embargo, de manera similar a lo que ocurre en otras regiones tropicales y subtropicales, pinos, teca y melina son las especies más cultivadas en estas condiciones climáticas debido a la disponibilidad de propágulos de calidad fiable y en suficiente cantidad además del conocimiento sobre su silvicultura.

Para el resto de las especies estudiadas en el proyecto, no se encontraron estadísticas actualizadas sobre las superficies plantadas, sin embargo, la escasez de proyectos en los cuales se les encontró refleja el bajo interés o posibilidad para su cultivo. El limitado conocimiento sobre los requerimientos ecológicos, y por lo tanto de su silvicultura junto a la ausencia de semillas y plántulas en cantidad y calidad suficientes hacen de su cultivo comercial una tarea difícil. Este es un aspecto crítico y es en función de esto que surge la necesidad de exploración y evaluación de material genético con características deseables de estas especies con fines de conservación fuera de su sitio, como un componente clave para su conservación y uso a largo plazo.

En el cuadro 18, se observa las superficies plantadas en Guatemala, la proporción en rodal y los principales arreglos de cultivo de las especies evaluadas.

Cuadro 18. Principales rasgos de cultivo de las especies evaluadas.

Especie	Área plantada Nacional (ha)	Área plantada Nacional (ha) (mezclas)	Proporción rodal % Área basal (Rango)	Arreglos frecuentes
<i>S. macrophylla</i>	1,002	16	(5 – 41 – 100)	Plantado tanto en monocultivo como mezclas y en Sistemas agroforestales.
<i>S. humilis</i>	71	2	(2 – 16 – 30)	
<i>C. odorata</i>	1,404	8	(2 – 49 – 100)	
<i>D. retusa</i>	87	58	(3 – 47 – 51)	Árbol sembrado en baja densidad en plantaciones de cacao.
<i>D. stevensonii</i>	82	0	(5 – 48 – 100)	Plantado tanto como monocultivo como mezclas.
<i>C. dodecandra</i>	300	5		Esta especie no se encontró en ninguna plantación evaluada.
<i>A. Graveolens</i>	65	9	(1 – 21 – 78)	Muy escaso en plantaciones; árbol de sombra en plantaciones de cacao en altas densidades por su copa compacta y columnar.
<i>S. panamensis</i>	16	2	(1 – 34 -67)	Muy escaso en plantaciones; encontrado en mezclas en baja densidad asociado a caobas.
<i>T. donnell-smithii</i>	6,582		(7 – 30 – 77)	Se encontró en densidades medias en mezclas. En plantaciones puras no tuvieron éxito.
<i>T. rosea</i>	3,473	15	(3 – 6 – 10)	Densidades bajas en mezclas.
<i>C. brasiliense</i>	1,522	17	(8 – 49 – 91)	Altas densidades en monocultivo. Lo utilizan en Sistemas agroforestales como árbol de sombra en café, cacao y ganadería.
<i>C. alliodora</i>	138	1	(3 – 15 – 41)	Se encontró mayormente en mezclas y en Sistemas agroforestales como sombra para cacao.
<i>E. cyclocarpum</i>	280	1	100	Se encontró únicamente en plantación pura. Árbol común en fincas ganaderas estacionalmente secas.
<i>V. guatemalensis</i>	993	6	(4 – 38 – 91)	Se encontró mayormente en monocultivo.

Fuente: Cordero et.al., 2003; Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Se encontraron 13 de las 14 especies de interés en las plantaciones visitadas en la zona de estudio. La única especie no encontrada fue *Cordia dodecandra*, aparentemente debido al poco conocimiento de sus métodos de cultivo y probablemente por su lento crecimiento y limitado mercado para su madera. Como muestra el cuadro 18, aun cuando en los registros oficiales hay predominancia de monocultivo de todas las especies, en las visitas de campo se encontraron que estas especies es mucho más común encontrarlas mezcladas, en diferentes proporciones y densidades, asociadas a otras especies maderables y a cultivos agrícolas o pastizales. Aunque el servicio forestal ha promovido el establecimiento de rodales puros, los productores usualmente tienden a diversificar la composición de los rodales como estrategia para enfrentar los riesgos de plagas y financieros.

2.5.2. Requerimientos ecológicos y ambientales de las especies

En el cuadro 19, se presenta la frecuencia en que las especies se hicieron presentes en las parcelas exploradas en los departamentos de la FTN, así como los principales requerimientos ecológicos de las especies respecto a tolerancia a luz o sombra y su adaptación a sitios anegados. Este análisis se realizó con las fotografías tomadas al dosel de la plantación, la observación en campo y revisión bibliográfica.

Cuadro 19. Frecuencia de cada especie en cada departamento y requerimientos ecológicos de las especies.

Especie	Frecuencia de especies en 11 muestras al Norte de Quiché	Frecuencia de especies en 10 muestras en Alta Verapaz	Frecuencia de especies en 12 muestras en Izabal	Requerimientos ecológicos
<i>S. macrophylla</i>	5/11	7/10	6/12	Heliófila; pionera, colonizadora de tierras degradadas, son de larga vida. Tolera estaciones secas y encharcado estacionalmente.
<i>S. humilis</i>	0/11	0/10	1/12	
<i>C. odorata</i>	1/11	3/10	4/12	Heliófila; pionera de larga vida, requiere suelos profundos bien drenados, no tolera encharcamiento.
<i>D. retusa</i>	0/11	0/10	3/12	Heliófila; perennifolia: copa abierta y expandida, alta ramificación. No tolera encharcamiento.
<i>D. stevensonii</i>	8/11	2/10	2/12	Heliófila; caducifolia; copa columnar tolera suelos anegados.
<i>C. dodecandra</i>	No encontrada	No encontrada	No encontrada	Tolera tanto sombra como plena luz, adaptada a sitios muy alterados.
<i>A. graveolens</i>	5/11	0/10	2/12	Heliófila caducifolia, crecimiento lento. Crece en áreas de pendiente plana a moderada. No tolera encharcamientos.
<i>S. panamensis</i>	1/11	1/10	0/12	Parcialmente tolerante a sombra
<i>T. donnell-smithii</i>	0/11	2/10	1/12	Tolera sombra parcial; pero requiere alta luminosidad, intermedia en sucesión ecológica, requiere de suelos moderadamente drenados.
<i>T. rosea</i>	1/11	2/10	2/12	Intolerante a sombra; pionera de larga vida; adaptada a sitios anegados.
<i>C. brasiliense</i>	6/11	3/10	4/12	Tolera sombra parcial; tardía sucesión ecológica. Tolera suelos inundables.
<i>C. alliodora</i>	1/11	1/10	1/12	Intolerante a sombra; crece en suelos fértiles requiere suelos bien drenados, no tolera el encharcamiento.
<i>E. cyclocarpum</i>	0/11	0/10	1/12	Intolerante a sombra; fija nitrógeno; pionera de larga vida; no tolera suelos anegados.
<i>V. guatemalensis</i>	6/11	3/10	2/12	Pionera de larga vida; restauración de suelos degradadas. Tolera suelos inundables.

Fuente: Carpenter, Nichols & Sandi 2004; Calvo-Alvarado, Arias & Richter, 2007.

2.5.3. Crecimiento e incremento de las especies en la FTN.

En el cuadro 24 A, se presentan los datos obtenidos en gabinete de las tasas de crecimiento en diámetro y altura de las especies nativas de interés en los sitios evaluados de la FTN. Con la ayuda de la interpretación de fotografías y respaldo bibliográfico se obtuvo información de cada especie coherente con la densidad y dureza de las maderas relacionando esto con las tasas de crecimiento en diámetro y en altura, obtenidos en campo. En el cuadro 20, se observa el ritmo de crecimiento de cada especie evaluada, así como la densidad de su madera dado en g/cm³, rango y media de las tasas de crecimiento en diámetro (cm/año) y tasa de crecimiento en altura (m/año) de cada especie.

Cuadro 20. Crecimiento de las especies evaluadas.

Especie	Crecimiento	Densidad Madera g/cm ³	Tasa crecimiento Incremento Medio Anual (IMA)	
			DAP (cm/año)	Altura (m/año)
<i>S. macrophylla</i>	Crecimiento intermedio	0.45 - 0.55	(0.61- 1.01-1.53)	(0.61- 0.84 -1.25)
<i>S. humilis</i>		0.54 - 0.60	(1.23- 1.35 -1.46)	(1.11- 1.17 -1.23)
<i>C. odorata</i>	Crecimiento intermedio	0.34 - 0.66	(0.70- 1.22 -1.95)	(0.49- 0.89 -1.48)
<i>D. retusa</i>	Crecimiento lento.	0.83 - 0.89	(0.74- 1.03 -1.31)	(0.64- 0.83 -1.02)
<i>D. stevensonii</i>	Crecimiento intermedio	0.71 - 0.82	(0.59- 1.0 -1.31)	(0.82- 1.0 -1.43)
<i>C. dodecandra</i>		0.53 - 0.77		
<i>A. Graveolens</i>	Crecimiento lento.	0.76 - 1.09	(0.29- 0.68 -1.26)	(0.38- 0.68 -1.08)
<i>S. panamensis</i>	Crecimiento lento	0.80	(0.83- 0.87 -0.91)	(0.70- 0.73 -0.76)
<i>T. donnell-smithii</i>	Crecimiento intermedio	0.38 - 0.53	(0.88- 1.74 -2.88)	(0.83- 1.38 -1.96)
<i>T. rosea</i>	Crecimiento intermedio.	0.48 - 0.72	(0.87- 1.07 -1.12)	(0.25- 0.80 -1.34)
<i>C. brasiliense</i>	Crecimiento intermedio	0.47 - 0.70	(0.74- 1.16 -1.45)	(1.04- 1.10 -1.31)
<i>C. alliodora</i>	Rápido crecimiento	0.33 - 0.73	(0.80- 1.85 -3.12)	(0.88- 1.65 -2.56)
<i>E. cyclocarpum</i>	Crecimiento intermedio	0.30 - 0.50	(0.92- 1.82 -2.64)	(0.39- 0.73 -1.04)
<i>V. guatemalensis</i>	Rápido crecimiento	0.31 - 0.45	(0.46- 1.86 -3.89)	(0.35- 1.13 -2.07)

Fuente: Elaboración propia a partir de Chave et al., 2009; INAB, 2017; Cordero et al., 2003; The world Agroforestry Organization, 2017; The Wood database 2016.

Las figuras 10 y 11 exponen la distribución de incrementos medios anuales en diámetro y altura de cada especie evaluada en la zona. La variable altura define cualidades del sitio en que se desarrolla la plantación y la variable diámetro nos permite comprender el manejo que recibió la plantación en las etapas de desarrollo.

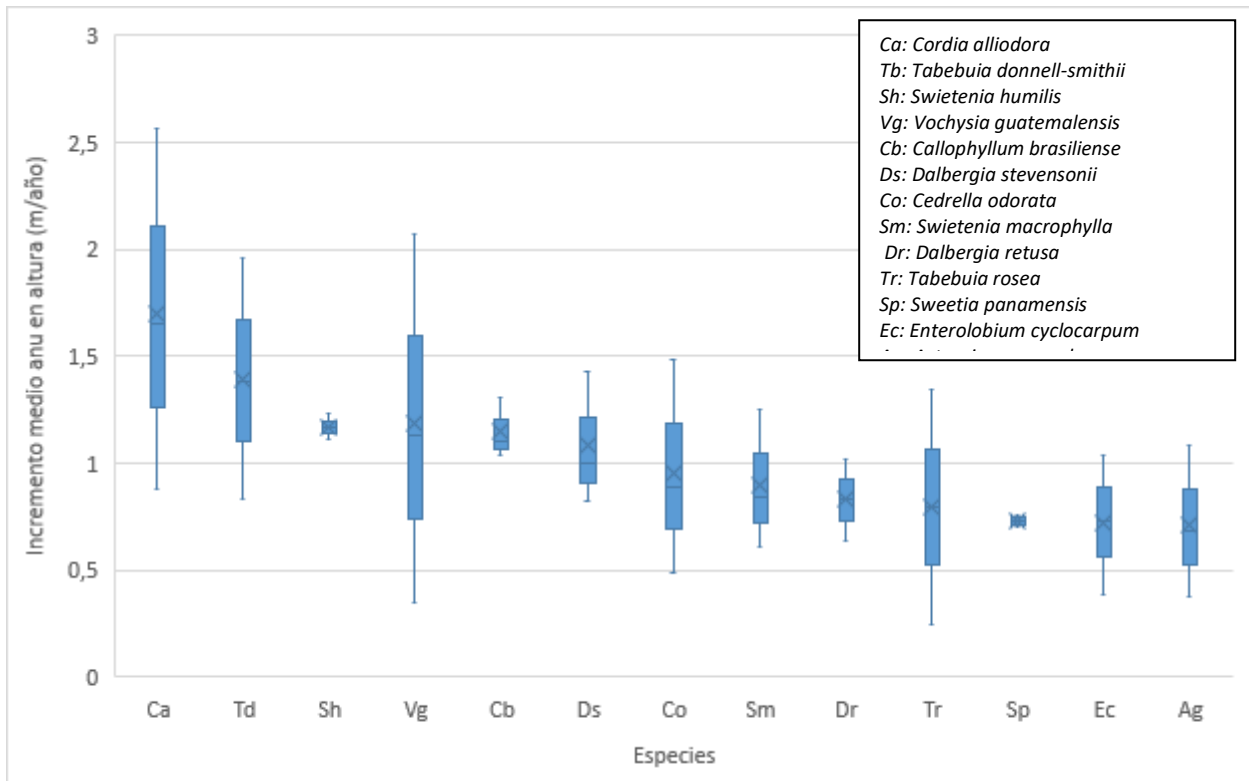


Figura 10. Valores máximos medios y mínimo de los incrementos anual en altura (m/año) de especies nativas valiosas en las tierras bajas de la Franja Transversal del Norte de Guatemala.

Como se observa en la figura 10, en el eje de las abscisas se encuentran 13 de las 14 especies en plantaciones. El sericote (*Cordia dodecandra*) fue la única especie que no fue encontrada en la zona de estudio. En el eje Y se encuentra el incremento medio anual en altura promedio dado en metros anuales.

Las edades de las plantaciones variaron entre 5 y 23 años, la mayoría de los rodales tenían entre 10 y 15 años, dominando las etapas jóvenes (entre 6 y 12 años) e intermedias (12 a 20 años). Las tasas de crecimiento en altura se pueden agrupar en tres categorías: tasas lentas (por debajo de 1.0 m/año) para *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Dalbergia retusa*, *Astronium graveolens*, *Sweetia panamensis*, *Tabebuia rosea*, tasas intermedias entre 1 m/año - 1.5 m/año para *Swietenia humilis*, *Dalbergia stevensonii*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Callophyllum brasiliense* y *Vochysia guatemalensis* y, finalmente, alta tasa para *Cordia alliodora* con un promedio superior a 1.5 m/año. En el caso de *Enterolobium cyclocarpum*, aunque mostró una tasa baja de crecimiento en altura, fue solo un soporte en la muestra, con la edad más avanzada, mayor a 20 años, entrando en una etapa madura, en la que la tasa de crecimiento para la altura disminuye significativamente.

Es importante considerar que estos números promedios, con amplio espectro en los cuales las condiciones del sitio y la variable genética dentro de las especies pueden conducir a fuertes variaciones en las tasas de crecimiento.

En la figura 11, se presentan valores medios, valores máximos y mínimos de crecimiento en diámetro de 13 especies en la zona de estudio.

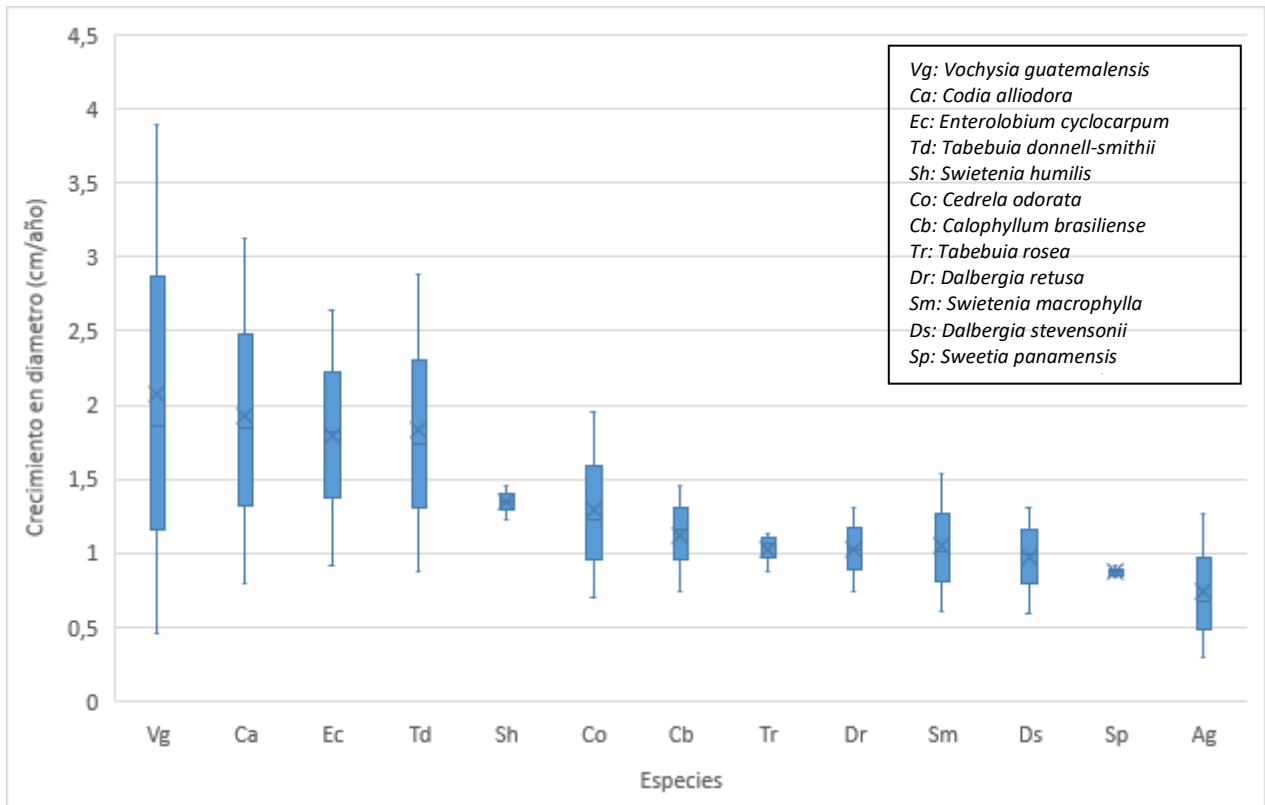


Figura 11. Valores máximos medios y mínimo de los incrementos medio anual en diámetro (cm/año) de especies nativas valiosas en las tierras bajas y húmedas en la Franja Transversal del Norte de Guatemala.

Las tasas de crecimiento en diámetro promedio se pueden agrupar en tres categorías: tasas lentas (por debajo de 1.0 cm/año) para: *Astronium graveolens*, *Sweetia panamensis*, tasas intermedias (entre 1 cm/año -1.5 cm/año) para *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis*, *Cedrela odorata*, *Dalbergia retusa*, *Dalbergia stevensonii*, *Tabebuia rosea*, *Calophyllum brasiliense* y finalmente alta tasa de crecimiento en diámetro (mayor a 1.5 cm/año) para *Tabebuia donnell-smithii*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Vochysia guatemalensis*.

En la zona de estudio se pudo observar como *Vochysia guatemalensis* crece con mayores tasas. Se calculó que esta especie puede llegar a crecer en diámetro hasta 3.9 cm/año. Esta especie no requiere de un manejo especial, la especie se autopoda en plantaciones cerradas, en los primeros 10 años se puede extraerse madera y no se ve afectada por ninguna plaga. Se pudo observar que en el municipio de Ixcán es donde más se siembra esta especie en asocio con Santa María (*Callophyllum brasiliense*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*).

En Fray Bartolomé de las Casas se pudo observar *Vochysia guatemalensis* plantada en asocio con otras especies arbóreas que toleran sombra total y parcial como la especie cola de coche (*Phithocellobium arboreum*). Otro arreglo de plantación que se pudo observar con frecuencia fue la mezcla entre el palo de San Juan, Santa María y Caoba con especies exótica como Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*).

En la zona de estudio se observó que los propietarios optan por cultivos sistemas agroforestales, especialmente en asocio con cacao. Es por ello que en sistemas agroforestales donde se siembra cacao o cardamomo es importante seleccionar árboles maderables en base a criterios como: la demanda o aceptación en el mercado, el uso que se le pretende dar a la madera, la aceptación al clima y al suelo de la región, la productividad, además de la afinidad biológica con el cacao. Según la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2004, las maderas deben reunir algunos atributos como la adaptación y la aceptación local y tener usos definidos, deben ser maderas conocidas. Las especies nativas que mejor comportamiento presentan en asocio son: caoba, (*Swietenia macrophylla*) cedro, (*Cedrela odorata*) (FHIA, 2004).

En Costa Rica fueron realizado estudios evaluando el comportamiento de 14 especies nativas por cuatro años y *Vochysia guatemalensis* fue claramente la especie más destacada de la prueba debido a su buena forma y crecimiento excepcional.

También se comparan favorablemente con las tasas de crecimiento reportadas para una especie exótica de crecimiento rápido cada vez más popular en América Central, *Gmelina arborea* cuyas alturas promedio van de 7.3 m a 14.7 m diámetros promedio de 9.1 cm a 19.4 cm, dependiendo de las condiciones del sitio, a cuatro años de edad (Murillo & Valerio, 1991).

Los propietarios optan por especies de rápido crecimiento ya que obtienen ingresos en los primeros 10 años de desarrollo de la plantación, aunque los precios por la madera de San Juan sean muy bajos (Q 0.50 a Q 1 el pie tablón), los propietarios también utilizan esta madera para construcción de casas.

La especie que presentó menor Incremento Medio Anual (IMA) en altura fue Jocote Fraile (*Astronium graveolens*). La densidad de la madera de esta especie es alta va de 0.76 g/cm³ – 1.09 g/cm³. Debido a su lento crecimiento en diámetro y altura la especie es considerada como inapropiada en plantaciones puras. Puede cultivarse en asocio con especie de crecimiento en altura intermedio (1 cm/año - 1.5 cm/año). Según el gráfico, más del 50 % de las especies evaluadas crecen en altura debajo de 1 m/año.

La falta de información silvicultural sobre las especies maderables nativas contribuye a su ausencia en los programas de reforestación. El limitado número de especies usadas en los programas de reforestación reflejan la falta de información científica para unir especies productivas con sitios particulares. Varias de las especies tropicales muestran potencial para el manejo de plantaciones (es decir, altas tasas de supervivencia, crecimiento rápido a moderado y una forma aceptable): *Vochysia guatemalensis* y *Calophyllum brasiliense*. Estas especies merecen más pruebas y desarrollo como posibles especies nativas para la reforestación a gran escala.

2.5.4. Manejo de plantaciones con especies valiosas en la zona

Tres grupos de especies pueden ser identificados desde una perspectiva de manejo. El primer grupo corresponde a las especies de la familia Meliácea “maderas preciosas”, en el cual se incluyen las especies de la familia Meliácea nativas del neo trópico, siendo estas *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*, caracterizadas por su bien conocida madera valiosa, apreciada en los mercados nacional e internacional.

El suministro comercial de madera de estas especies históricamente ha provenido y continúa siendo aportado en Guatemala por los bosques nativos, particularmente de la Reserva de Biosfera Maya y de algunos fragmentos fuera de esa área protegida. Estas especies pueden cultivarse en plantaciones en tanto se solventa el problema del barrenador de las Meliáceas al mezclarlas con maderas semi-preciosas.

Con el inicio del Programa Nacional de Incentivos Forestales (PINFOR) surgió el interés por cultivarlas en plantación, intención que ha venido creciendo, lo que ubica a estas especies entre las diez más cultivadas con incentivos durante los pasados veinte años; el control del barrenador del ápice continúa siendo la principal limitante para el cultivo exitoso en plantaciones, particularmente poco viable su control en monocultivo. Aun cuando del total de especies estudiadas en el proyecto, este grupo es por mucho el que ha recibido la mayor atención en términos de cultivo a nivel internacional, habiéndose investigado aspectos sobre su genética (Ward & Lugo, 2003, Francis & Alemañy, 2003; Navarro, Wilson, Gillies & Hernandez, 2003), sitio (Fetcher, Wen, Montaña & de Castro, 2003, Medina & Cuevas, 2003, Medina, Wang, Lugo & Popper, 2003) y silvicultura (Negreros-Castillo & Mize, 2003, Lugo & Fu, 2003, Francis, 2003). En Guatemala y Centroamérica, poco de ese conocimiento ha sido trasladado para ser aplicado por productores, por lo que el enfoque de prueba y error continúa siendo el esquema dominante cuando se plantan estas especies Meliáceas valiosas. En el inciso 2.8.2 de Anexos se encuentra la sistematización de experiencia de un propietario en Ixcán, que supo cómo controlar la plaga del barrenador de las Meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller) por medio de tratamientos alternativos y culturales.

El segundo grupo se designó como “Reliquias”, compuesto por *Dalbergia retusa*, *Dalbergia stevensonii*, *Sweetia panamensis*, *Cordia dodecandra* y *Astronium graveolens* caracterizadas por crecimiento muy lento, y muy escaso número de plantaciones. Podrían ser una opción en traspatios o en bajas densidades en mezcla con árboles de los otros 2 grupos. Está incrementándose el interés por cultivar las especies de Dalbergias como resultado de los altos precios que ha alcanzado su madera en el mercado internacional en años recientes \$14 el pie tabla según información del aserradero EXIMESA ubicado en Playa Grande Ixcán.

Este grupo se caracteriza por la escasez de árboles maduros aprovechables en bosques nativos, el conocimiento poco preciso sobre su distribución natural actual y la creciente presión para su explotación, mucha de la cual está ocurriendo ilegalmente. El número de proyectos identificados y las superficies de plantación con estas especies es reducido.

Las dos Dalbergias han sido incluidas en los listados de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES) por iniciativa de las autoridades de Guatemala. Se ha conformado un grupo nacional en el país para promover la conservación y usos sostenibles de estas especies, centrándose en las especies de Dalbergias, aunque se incluye también a otras especies amenazadas de los géneros Swietenia y Cedrela.

Es muy probable que mucho del germoplasma remanente de las tres especies de este grupo en Guatemala permanezca en sistemas agroforestales diseminados por las tierras bajas del Norte y Sur del país. Muy poco se conoce sobre su genética, auto-ecología y silvicultura.

Un tercer grupo, llamado “maderas semi-preciosas” conformado por *Tabebuia donnell-smithii*, *Tabebuia rosea*, *Calophyllum brasiliense*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Vochysia guatemalensis*. Tres aspectos definen a este grupo: tasa de crecimiento rápida, calidad de la madera y factibilidad de cultivo.

Las especies del grupo aun cuando producen maderas de menor valor comercial en relación a las maderas preciosas, su calidad les permite ser utilizadas para usos de alto valor incluyendo la fabricación de gabinetes de cocina y muebles de alto valor, entre otros.

Representan la opción para reemplazar a las maderas preciosas cuando el suministro de estas se agota por diversas razones.

Enterolobium cyclocarpum es la única especie del grupo identificada con cierto grado de amenaza por la autoridad nacional de Guatemala. En general, el menor grado de amenaza que de momento se percibe para estas especies puede ser debido a que su cultivo y disponibilidad es más usual en sistemas agroforestales.

2.6. CONCLUSIONES

1. Ninguna de las especies evaluadas en este estudio, ha sido plantada extensivamente en la FTN. *Tabebuia donnell-smithii* es la especie nativa de madera valiosa con la mayor superficie cultivada con incentivos de gobierno durante los pasados 20 años en el país, con una superficie de 6,582 ha, seguida por *Tabebuia rosea* con una extensión de 3,473 ha seguido por *Cedrela odorata* con un área cultivada de 1,404 ha. *Calophyllum brasiliense* con un área de 1,522 ha. y por último *Swietenia macrophylla*; estas cinco especies se encontraron entre las 10 más cultivadas en términos de superficie; el interés por cultivarlas proviene de la promoción realizada por el servicio forestal y del entusiasmo de los productores atraídos por el alto valor de la madera.

2. Los requerimientos ecológicos de las especies estudiadas continúan sin ser completamente conocidos. La tolerancia a sombra, condiciones de clima y suelo varía, siendo el factor más variable la condición de suelo en cuanto a profundidad, humedad y nutrientes. Podemos separar las especies según los requerimientos de luz y según la tolerancia a encharcamiento. Las especies que requieren de sol directo para su desarrollo son el grupo de las Meliáceas, las dos Dalbergias y *Astronium graveolens*, al ser estas especies helófilas, su regeneración dentro de un bosque es escasa. Las especies que toleran sombra parcial son *Cordia dodecandra*, *Sweetia panamensis*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Calophyllum brasiliense*, *Vochysia guatemalensis*. Las especies que no toleran sombra por periodos largos son *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora* y *Enterolobium cyclocarpum*.

En cuanto a la posición topográfica de la ubicación de la parcela y condiciones del sitio, existen especies que se desarrollan bien en pendientes inclinadas en cimas de lomas, o en laderas de suelos degradados, así como existen especies que se desarrollan bien en pendientes planas o moderadamente planas donde existe encharcamiento por largos períodos de tiempo.

El grupo de las caobas *Swietenia macrophylla* y *Swietenia humilis* bajo condiciones de plantación, han demostrado un crecimiento satisfactorio en suelos erosionados, crecen en cimas, laderas y pie de montes. Son especies que inician la colonización de un nuevo territorio y son especies que toleran estaciones secas y encharcamientos estacionales. En comparación con *Cedrela odorata* que requiere de suelos profundos, bien drenados y no tolera el encharcamiento. En el grupo de las Dalbergias, *Dalbergia retusa* crece bien en pendientes planas y moderadamente planas, sin embargo, no tolera el encharcamiento en comparación con *Dalbergia stevensonii* que si tolera suelos anegados en períodos estacionales de lluvia. Especies como *Astronium graveolens*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, no toleran suelos inundados, requieren de suelos profundos y bien drenados. Pudo observar que algunas especies toleran condiciones más diversas que otras como ejemplo, *Tabebuia rosea* puede adaptarse y crecer en suelos anegados y estaciones secas, *Vochysia guatemalensis* y *Callophyllum brasiliense* que puede adaptarse y crecer en suelos anegados.

3. Las tasas de crecimiento en altura se pueden agrupar en tres categorías: tasas lentas (por debajo de 1.0 m/año) para *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Dalbergia retusa*, *Astronium graveolens*, *Sweetia panamensis*, *Tabebuia rosea*, tasas intermedias entre 1 m/año - 1.5 m/año para *Swietenia humilis*, *Dalbergia stevensonii*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Callophyllum brasiliense* y *Vochysia guatemalensis* y, finalmente, alta tasa para *Cordia alliodora* con un promedio superior a 1.5 m/año.

Las tasas de crecimiento en diámetro se pueden agrupar en tres categorías: tasas lentas (por debajo de 1.0 cm/año) para *Astronium graveolens*, *Sweetia panamensis*, tasas intermedias (entre 1 cm/año -1.5 cm/año) para *Swietenia humilis*, *Cedrela odorata*, *Dalbergia stevensonii*, *Tabebuia rosea*, *Calophyllum brasiliense* y finalmente alta tasa de crecimiento en diámetro (mayor a 1.5 cm/año) para *Tabebuia donnell-smithii*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Vochysia guatemallensis*.

4. Con base al manejo, las especies se agrupan en tres categorías. El primer grupo corresponde a las especies denominadas "Meliáceas maderas preciosas", en el cual se incluyen las Meliáceas nativas del neotrópico *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*. Aun cuando del total de especies estudiadas en el proyecto, este grupo es por mucho el que ha recibido la mayor atención en términos de cultivo a nivel internacional. La principal desventaja del grupo de las Meliáceas en plantación es su susceptibilidad al barrenador del tallo (*Hypsipyla grandella*). Este insecto ataca diversas estructuras del árbol, pero se observó mayor daño en el brote principal en árboles jóvenes, lo cual provoca bifurcaciones. No se recomienda su plantación pura debido al ataque del barrenador, pero sí en combinaciones con otras especies maderables. Se observaron casos en que *Cedrela odorata* crece bien a un distanciamiento de 5 m x 5 m, abonando la plantación los primeros 3 años de mayor incidencia de la plaga, 3 veces cada año con NPK (15 % nitrógeno, 15 % fósforo y 15 % potasio), creciendo en compañía de malezas en callejones o en líneas, método para engañar al barrenador. Otra experiencia para el control del barrenador es el monitoreo de la plantación cada 3 días, en aquellos individuos que presentan signo de la plaga inyectar infusiones de chile con ajo directamente a los tejidos conductores (xilema) jóvenes del ápice de la planta.

Un segundo grupo se designó como “Reliquias”, compuestos por *Dalbergia retusa*, *Dalbergia stevensonii*, *Sweetia panamensis*, *Cordia dodecandra* y *Astronium graveolens* catalogadas como maderas de altas densidades y crecimiento lento, para las cuales está incrementándose el interés por cultivarlas como resultado de los altos precios que ha alcanzado su madera en el mercado internacional en años recientes, especialmente para las *Dalbergias* alcanzando precios hasta de \$14 el pie tablón según información de aserraderos ubicados en Ixcán. El Cocobolo (*Dalbergia retusa*) requiere de competencia con otras especies de rápido crecimiento, de lo contrario crece inclinado y con muchas ramas. El palo de Jocote Fraile (*Astronium graveolens*) es una especie utilizada en sistemas agroforestales, especialmente asociada con café y cacao. Los árboles tienen tendencias a ramificarse, por lo que es importante aplicar podas a edades tempranas y raleos oportunos.

El tercer grupo fue llamado “maderas semi-preciosas”, que incluye *Callophyllum brasiliense*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Vochysia guatemalensis*, *Tabebuia rosea* y *Tabebuia donnell smithii*, todas productoras de madera, aunque de menor valor comercial en relación a las preciosas, con calidad suficiente para ser utilizadas en diversos usos nobles incluyendo la fabricación de gabinetes de cocina y muebles de alto valor, entre otros. Representan la opción para reemplazar a las maderas preciosas cuando el suministro de estas se agota por diversas razones. *Callophyllum brasiliense* es una especie que se usa en sistemas agroforestales como sombra para café y cacao. Su crecimiento inicial es lento por lo que es esencial un control intensivo de malezas durante los primeros años. *Cordia alliodora* es una especie que puede ser combinada con otros cultivos (perennes y anuales). Los agricultores lo utilizan dentro de sistemas agroforestales, como sombra para café y cacao, para lo cual, su copa abierta, rala, y capacidad de autopoda lo hacen muy apta. Bajo condiciones de plantación *Enterolobium cyclocarpum*, la forma del tronco se puede mejorar mediante podas. Debido a la forma del árbol se deben usar espaciamientos estrechos en las plantaciones (3 m x 3 m o 4 m x 4 m).

Vochysia guatemalensis es una especie de rápido crecimiento utilizada en sistemas agroforestales y para mejorar suelos degradados. En plantaciones puras se recomiendan espaciamientos de 3 m x 3 m. Por su crecimiento rápido es importante realizar raleos oportunos. La especie se autopoda en plantaciones cerradas, sin embargo, es importante podar los mejores árboles destinados para aserrío a una edad joven (cuando alcanzan 2 m a 3 m de altura). *Tabebuia rosea* es una especie usada comúnmente en plantaciones puras debido a la tendencia del fuste a bifurcar en los primeros años. En plantaciones puras se recomienda una alta densidad, con espaciamiento inicial no más que 2.5 m x 2.5 m. *Tabebuia donnell-smithii* es una especie que ha demostrado que no crece bien en plantación pura a un distanciamiento de 3 m x 3 m. En los primeros años requiere máxima iluminación por lo que requiere un distanciamiento entre 5 m x 5 m. Se deben hacer deshierbes regulares durante los primeros 4 años.

2.7. RECOMENDACIONES

Se recomienda que el grupo de las “Meliáceas maderas preciosas” no sean plantadas en monocultivo. El crecimiento más rápido de las caobas se alcanza bajo una luz solar plena con protección lateral. Las plántulas responden de manera más rápida a la liberación de la vegetación terrestre baja y el doce superior (Little; Elbert; Wadsworth; Frank, 1964). El Cedro (*Cedrela odorata*), aunque es tolerante a las malas hierbas durante la etapa de plántula, se clasifica como intolerante a las malas hierbas y a la sombra durante la etapa de brinzal y después. Las plántulas cultivadas a la sombra son susceptibles a quemarse con el sol y al subsecuente ataque de los insectos cuando se mueven a un lugar soleado (Omoyiola, 1972). Es recomendable sembrar el cedro usando el método taungya (un sistema que utilizan los agricultores locales, los cuales plantan los árboles entremezclados con sus siembras alimenticias, para más tarde abandonar la siembra y devolverla al bosque, enriquecido con las especies de plantación deseada); se usan también las siembras en hileras seguidas por la liberación natural (Combe, Jean, Gewald, Nico, 1979). Los brinzales con una alta demanda de luz, escapan el ataque por el barrenador después de 3 o 4 años si son robustos y el crecimiento subsecuente es rápido en los sitios favorables (Vega, 1974). Según Belanger, Briscoe, 1963 los cedros presentan un mejor crecimiento con un abono de 7-6-19 (7 % de nitrógeno, 6 % de fósforo, 19 % de potasio).

En el grupo de las “reliquias” se caracterizan por su tasa de crecimiento lenta e intermedia, muy escasa en plantaciones. En plantaciones de cocobolo (*Dalbergia retusa*) es necesario que la especie crezca en competencia con una o más especies de crecimiento intermedio o de rápido crecimiento junto con especies de los otros grupos, porque de lo contrario se obtienen árboles mal formados y tiende a crecer inclinados y con muchas ramas, teniendo así menos valor para el aserrío. Se recomienda sembrar estas especies a plena iluminación solar a un distanciamiento de 3 m x 3 m (1111 árboles/ha). *Dalbergia retusa* requiere de un intensivo plan de podas en plantaciones, ya que se observó una ramificación excesiva.

Es recomendable las plantaciones mixtas y altas densidades de siembra como estrategia para disminuir la producción de ramas. Estas especies tienen la capacidad de rebrotar por lo que se recomienda seleccionar las 3 mejores estaquillas del tocón de los árboles al momento de propagar individuos.

En sistema finca, el Jocote Fraile (*Astronium graveolens*), Chichipate (*Swetia panamensis*) y Sericote (*Cordia dodecandra*) se recomienda para el enriquecimiento de bosques naturales, cuando escasean especies de alto valor comercial. Estas especies son recomendables en sistemas agrosilvopastoriles, especialmente asociado con café y pastos. También se recomienda para programas de restauración de paisaje forestal. No se recomienda sembrar estas especies en plantaciones puras sino en mezcla con otras especies del grupo de las Meliáceas, o que sean especies pioneras de larga vida.

Por último, el grupo de las “maderas semi-preciosas” catalogadas como maderas de rápido crecimiento. Dentro de estas el Matilisguate (*Tabebuia rosea*), San Juan *Vochysia guatemalensis*, Santa María (*Calophyllum brasiliense*), Laurel (*Cordia alliodora*), Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), y Palo Blanco (*Tabebuia donnell-smithii*).

Tabebuia rosea es una especie que tiene la capacidad de crecer en una gran variedad de hábitats, con tendencia a dominar en áreas con inundaciones estacionales. Se utiliza también en sistemas silvopastoriles, como sombra y ornamental. También tiene un potencial para uso en proyectos de restauración en zonas degradadas. *Vochysia guatemalensis* por ser una especie de rápido crecimiento y regeneración rápida puede crecer en rodales puros en terrenos agrícolas abandonados. En cuanto restauración ecológica del paisaje forestal, es una especie muy útil para mejorar suelos degradados en zonas lluviosas, como se pudo observar en algunas áreas en las tierras bajas del norte de Guatemala. En sistema de plantación, *Calophyllum brasiliense* es una especie recomendada para sistemas agroforestales ya que su crecimiento lento inicial permite aprovechar el terreno para otros cultivos, o combinado con árboles frutales. En Costa Rica se ha utilizado en pequeña escala para recuperación de pastizales degradados, en plantaciones puras.

Debido a su lento crecimiento inicial se debe controlar las malezas los primeros 4 años. Se recomienda que *Cordia alliodora* se siembre en sitios fértiles, en suelos bien drenados, donde el suelo no esté compactado, por lo que no es recomendable sembrar esta especie en potreros. Puede ser utilizado en sistemas agroforestales como sombra para café, cardamomo y cacao. En plantaciones puras es recomendable sembrar esta especie en densidades menores con un distanciamiento mayor de 4 m x 4 m ya que rápidamente ocurren competencias entre individuos. Puede ser combinado con otras especies maderables de crecimiento intermedio con el objetivo de acelerar su crecimiento en altura. Se observó que *Tabebuia donnell smithii* es una especie que no se recomienda sembrar en monocultivo en las tierras bajas del norte de Guatemala (Méndez, 2016), se recomienda que el distanciamiento entre individuos de esta especie sea de 5 m x 5 m, debido a que la especie requiere máxima iluminación, aunque tolera sombra parcial y tiene un crecimiento acelerado. Se recomienda realiza deshierbe regulares en los primeros 4 años de crecimiento, seguido de raleos en los años 7,12 y 17. El primer raleo puede ser antes, esto dependerá del distanciamiento entre individuos. *Enterolobium cyclocarpum* es un árbol grande con copas abiertas proporcionando sombra y grandes cantidades de vainas nutritivas para el ganado, especialmente vacas y caballos. Esta especie se encontró únicamente en Livingston Izabal y se observó en plantación como sombra para cacao.

2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, H; Araujo, P; Iturre, M. 2006. Caracteres estructurales de las masas. Argentina, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 35 p. (Serie Didáctica no. 22).
2. Arias, D; Sánchez, J. 1995. Condiciones para la viverización de 23 especies maderables nativas de la zona sur de Costa Rica. *In* Salazar, R. (Ed.). Simposio: Avances en la producción de semillas forestales en América Latina (1995, Nicaragua). Memorias. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 169-175.
3. Belanger, R; Briscoe, C. 1963. Effects of irrigating tree seedlings with a nutrient solution. *Caribbean Forester* 24(2):87-90.
4. Butterfield, R. 1995. Early species selection for tropical reforestation: a consideration of stability. *Forest Ecol. Manage.* 81:161-168.
5. Butterfield, R; Fisher, R. 1992. Untapped potential; native species for reforestation. *J. Forest* 6:37-40.
6. Burger, W; Burge, M. 2007. Digital image processing: An algorithmic approach using Java (en línea). Springer. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en <http://imagej.nih.gov/ij/download.html>
7. Canham, C; Finzi, A; Pacala, S; Burbank, D. 1994. Causes and consequences of resource heterogeneity in forests- interspecific variation in light transmission by canopy trees. *Canadian Journal of Forest Research-Journal* 24:337-349.
8. CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, US). 2017. Listado de especies amenazadas de flora (en línea). US. Consultado 17 feb. 2017. Disponible en: <https://www.cites.org/esp/app/index.php>
9. COFLAC (Comisión Forestal para América Latina y El Caribe, Perú). 2015. Plantaciones forestales pueden revertir alta tasa de deforestación en la región. *In* Reunión de la Comisión Forestal para América Latina y El Caribe (2015, Perú). Agro Enfoque. Perú, SERFOR / FAO. p. 72-73. (Notas SERFOR-FAO 202).
10. Combe, J; Gewald, NJ. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Programa de Recursos Naturales Renovables. (s.p.).
11. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala). 2009. Lista de especies amenazadas de Guatemala –LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres según CITES de Guatemala. Guatemala. 124 p. (Documento Técnico 67, 02-2009).

12. Cordero, J; Mesen, F; Montero, M; Stewart, J; Boshier, D; Chamberlain, J; Detlefsen, G. (2003). Descripción de especies de árboles nativos de América Central. *In*. Cordero, J; Boshier, D. (Eds.). Árboles de Centroamérica, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical e Investigación y Enseñanza). p. 915-916.
13. Daniel, T; Helms, J; Backer, F. 1982. Principios de silvicultura. México, McGraw Hill. 492 p.
14. Delgado, A; Montero, M; Murillo, O; Castillo, M. 2003. Crecimiento de especies nativas en la zona norte de Costa Rica. *Revista Agronomía Costarricense* no. 27:63-78.
15. De la Cruz S, JR. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
16. Donoso, C. 1981. Ecología forestal: El bosque y su medio ambiente (en línea). Chile, Universidad Austral de Chile, Editorial Universitaria. Consultado 21 feb. 2018. Disponible en <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/medicion-de-diametro.html>
17. Estructura de poder, Franja Transversal del Norte y elecciones (en línea). 2007. *El Observador* 2(7):1-2. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en: https://www.academia.edu/7574527/El_Observador_7_-_Julio_2007
18. Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics*. 2 ed. Oxford, England, Clarendon Press. 403 p.
19. FAO, Italia. 2000. El estado actual de las plantaciones forestales en América Latina y El Caribe y examen de las actividades relacionadas con el mejoramiento genético. Roma, Italia, FAO, Programa de Evaluación Mundial de los Recursos Forestales (FRA). p. 1-13.
20. Ferrer, J. 2010. Tipos de muestreo (en línea). Consultado 9 mayo 2017. Disponible en <http://metodologia02.blogspot.com/p/tipos-de-muestreo.html>
21. Fernández, S. 2011. Análisis de conglomerado (en línea). Consultado 16 mayo 2017. Disponible en <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>
22. Fisher, RF. 1992. Amelioration of degraded rain forest soils by plantation of native trees. *Soil Sc. Soc. Am. J.* 59:544-549.
23. Fetcher, N; Wen, S; Montaña, A; De Castro, F. 2003. Photosynthetic response of hybrid mahogany grown under contrasting light regimes. *In* Lugo, A.; Figueroa, J; Alayón, M (eds.). *Big-leaf mahogany genetics, ecology and management*. New York, USA, Springer-Verlag. p. 117-128.

24. FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras). 2004. Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales. La Lima, Cortés, Honduras. 17 p. (Guía Técnica).
25. Francis, J. 2003. Mahogany planting and research in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón, M (eds.), Big-leaf mahogany genetics, ecology and managment. New York, USA, Springer-Verlag. p. 329-341.
26. Francis, J; Alemañy, S. 2003. Hurricane damage to mahogany crowns associated with seed source. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón; M. (eds), Big-leaf mahogany genetics, ecology and managment. New York, USA; Springer-Verlag. p. 94-102.
27. González, E. 1991. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. *Rev. Bio. Trop.* 39:47-51.
28. González, E; Fisher, R. 1994. Growth of native forest species planted on abandoned pasture land in Costa Rica. *Forest Ecol. Manage.* 70:159-167.
29. Haggar, J; Wightman, K; Fisher, R. 1997. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. *Forest Ecol. Manage* 99:55-64.
30. Hartley, M. 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management* 155:81-95.
31. Hartshorn, G. 1989. Forest loss and future options in Central America. *In* Hagan, J; Johnston, D. (eds.). Manomnt, Symposium, ecology, conservation of neotropical migrant land, birds. Washington, D. C., US, Smithsonian Institution Press. p. 13-19.
32. Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2006. Metodología de la investigación. Eds. Islas, N; Rocha, M. 4 ed. México, McGraw-Hill / Interamericana. 850 p.
33. Hibberd, BG. 1991. Forestry practice. London, Inglaterra, Forestry Commission. (Handbook 6).
34. Husch, B; Miller, C; Beers, T. 1993. Forest mensuration (en línea). 3 ed. Malabar, Florida, US, Krieger Publishing. Consultado 21 feb. 2018. Disponible en <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/medicion-de-diametro.html>
35. Image J. s.f. Image J (en línea). Consultado 20 feb. 2018. Disponible en <http://imagej.net/Welcome>
36. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2016. Programa de incentivos forestales (en línea). Guatemala. Consultado 17 feb. 2017. Disponible en <http://www.inab.gob.gt>

37. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala); CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala); UVG (Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala); URL (Universidad Rafael Landívar, Guatemala). 2011. Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y dinámica de la cobertura forestal 2006-2010. Guatemala. 35 p.
38. Jactel, H; Brockerhoff, E; Duelli, P. 2005. A test of the biodiversity-stability theory: Meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and examination of responsible factors. *In* Forest diversity and function: Temperate and boreal systems. Eds. por Michael Scherer-Lorenzen, Christian Körner y Ernst-Detlef Schulze. Berlin, Ecological Studies, Springer-Verlag. v. 176, p. 235-262.
39. Jauset, JA. 2014. Estadística para periodistas, publicitarios y comunicadores: aplicaciones de los porcentajes y diseño e interpretación de encuestas; 110 ejercicios y cuestiones prácticas. Barcelona, España, UOC. 254 p.
40. Ketly, M. 2006. The role of species mixtures in plantations forestry. *Forest Ecology and Management* 233:195-204.
41. Kohen, E; Santus, R; Hirschberg, J. 1995. Photobiology. London, Academic Press. 491 p.
42. Lamb, D. 1998. Large-scale ecological restoration of degraded lands: the potential role of timber plantations. *Restoration Ecology* 6:271-279.
43. Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. A. Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 355 p.
44. Landais, E. 1998. Modelling farm diversity new approaches to typology building in France. *Agric. Sys.* 58:505-527.
45. Little, EL; Wadsworth, FH. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Washington, DC, US, USDA. 548 p. (Agric. Handb. 249).
46. Lugo, A; Fu, S. (2003). Structure and dynamics of mahogany plantations in Puerto Rico. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón M. (eds), Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, USA, Springer-verlag. p. 299-329
47. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). (2000) Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómico de los suelos de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Guatemala. 44 p. (Memoria técnica).

48. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2001. Mapa fisiográfico y geomorfológico de la República de Guatemala a escala 1: 250,000. Guatemala. 109 p. (Memoria técnica).
49. Malimbwi, RE. 1978. *Cedrela* species international provenance trial (CFI at Kwamsambia, Tanzania). *In* Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK, Commonwealth Forestry Institute. 910 p.
50. Martínez, V. 2015. Medición de la cantidad de luz en un bosque *In* Curso de ecología vegetal: Manual de laboratorio. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 4 p.
51. Medina, E; Cuevas, E. 2003. Comparative analysis of the nutrition status of mahogany plantations in Puerto Rico. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón, M (eds.), Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, USA, Springer-Verlag. p. 129-145.
52. Medina, E; Wang, H; Lugo, A; Popper, N. 2003. Growth, water, and nutrient-related plasticity in hybrid mahogany leaf development under contrasting light regimes. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón, M (eds.), Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, USA, Springer-Verlag. p. 146-168.
53. Méndez Paiz, BA. 2016. Factores de sitio y crecimiento de plantaciones de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) en Guatemala. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 4(2):1-3.
54. Milián, B; Grünberg, G; Cho, MB. 2002. La conflictividad agraria en las tierras bajas del norte de Guatemala: Petén y la Franja Transversal del Norte. Guatemala, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO- Guatemala). 191 p. (Serie: Dinámica Agraria en Guatemala 2).
55. MMAMRM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España). 2008. Sistemas de plantación. Madrid, España, MMAMRN, Plataforma de Conocimiento para el Medio Rural y Pesquero. p. 1-2.
56. Montagnini, F; Jordan, C. 2005. Tropical forest ecology: the basis for conservation and management. Heidelberg, Berlín, Germany, Springer-Verlag. 299 p.
57. Montagnini, F; Piotta, D. 2011. Mixed plantations of native trees on abandoned pastures: restoring productivity, ecosystem properties and services on a humid tropical site. *In* Gunter, S *et al.* (eds.). *Silviculture in the tropics*. Heidelberg, Berlín, Germany, Springer-Verlag. p. 501-511.
58. Montagnini, F; Sancho, F. 1990. Impact of native trees on tropical soils; a study in the atlantic lowlands of Costa Rica. *Ambio*. 19:386-389.

59. Montagnini, F; González, E; Porras, C; Rheingans, R. 1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics; a comparison of early growth, pest damage and establishment cost. *Common Forestry Rev.* 74:306-314.
60. Murillo, O; Valerio, J. 1991. Melina (*Gmelina arborea* Roxburgh) especie de árbol de uso múltiple en América Central. Costa Rica, CATIE. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 181).
61. Navarro, C; Wilson, J; Gillies, A; Hernández, M. 2003. A new mesoamerican collection of big-leaf mahogany. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón, M (eds.). Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, USA, Springer-Verlag. p. 103-116.
62. Negreros-Castillo, P; Mize, C. 2003. Enrichment planting of big leaf mahogany and spanish cedar in Quintana Roo, Mexico. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón M. (eds.), Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, USA, Springer-Verlag. p. 278-287.
63. Nikles, D; Burley, J; Barnes, R. 1978. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. 1066 p.
64. Nichols, D; Bristow, M; Vanclay, J. 2006. Mixed-species plantations: Prospects and challenges. *Forest Ecology and Management* 233:383-390.
65. Omoyiola, B. 1972. Initial observations on a *Cedrela* provenance trial in Nigeria. Ibadan, Nigeria, Federal Department of Forest Research. 10 p. (Res. Pap. 2 (Forest Series)).
66. Percy, R. 1999. Responses of plants to heterogeneous light environments. Handbook of functional plant ecology. *In* Pugnaire, F.I. y Valladares, F. (eds). New York, USA, Marcel Dekker. p. 269-314.
67. Petit, B; Montagnini, F. 2006. Growth in pure and mixed plantations of tree species used in reforesting rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. *Forest Ecology and Management* 233:338-343.
68. Pintado, T. 2008. Desarrollo de un sistema predictivo para investigación docente. España, ESIC. 532 p.
69. Piotto, D; Montagnini, F; Ugalde, L; Kanninen, M. 2003. Performance of forest plantations in small and medium-size farms in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Forest Ecol. Manage.* 175:195-204.
70. Redondo, A; Montagnini, F. 2006. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in caribbean lowlands of Costa Rica. *Forest Ecol. Manage.* 232:168-178.

71. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2011. Plan de desarrollo integral Franja Transversal del Norte. Guatemala. 163 p. (Serie FTN01).
72. Sotomayor, AG; Helmke, EW; García, ED. 2002. Manejo y mantención de plantaciones forestales: *Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp. Chile, LOM. 51 p.
73. Takao Inoue, M. 1977. A auto-ecología do genero *Cedrela*; efeitos na fisiología do crescimento no estagio juvenil em funcao de intensidad luminosa- Floresta 8(2):58-61.
74. Takao Inoue, M. 1980. Photosynthesis and transpiration in *Cedrela fissilis* Vell. seedlings in relation to light intensity and temperature. Turrialba 30(3):280-283.
75. The Plant List. 2016. Search (en línea). Consultado 5 jul. 2017. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/1.1/about>.
76. The Wood Database. 2016. Propiedades físico-mecánicas y usos industriales de especies tropicales (en línea). Consultado 10 feb. 2018. Disponible en: <http://www.wood-database.com>.
77. Valerio, J. 1997. Intensidad de cosecha y ciclos de corta en el manejo de bosque natural. *In* Simposio internacional "Posibilidades de manejo forestal sostenible en América tropical. Santa Cruz de la Sierra, BOLFOR / CIFOR / IUFRO. p. 255-263.
78. Valladares, F. 2001. Luz y evolución vegetal. *Investigación y Ciencia* 303:73–79.
79. Vega, L 1974. Influencia de la silvicultura sobre el comportamiento de *Cedrela* en Surinam. Bol. 46-48. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. (s.p.).
80. Wadsworth, FH. 2000. Producción forestal para América tropical. US, Departamento Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 710 p. (Manual de Agricultura no. 1).
81. Ward, S; Lugo, A. 2003. Twenty mahogany provenances under different conditions in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *In* Lugo, A; Figueroa, J; Alayón, M (eds.). Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, USA, Springer-Verlag. p. 29-93.
82. Whitmore, JL. 1978. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and St. Croix: establishment phase. Río Piedras, Puerto Rico, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 11 p. (Res. Note ITF-16).

83. Wormald, TJ. 1995. Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales. Roma, Italia, FAO. 166 p.
84. Zinck, JA. 2012. Geopedología: Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. The Netherlands, ITC, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation Enschede. 123 p.

Cuadro 21 A. Rodales y sitios muestreados

Sitios	Región	Municipio	Altitud (m)	Zona Vida	Topografía	Especie dominante	GTM X	GTM Y
Finca San Juan la 15 Parcela 1	FTN	Ixcán	224	bmh-S(c)	Planicie	<i>D. stevensonii</i>	464225	1769224
Finca San Juan la 15 Parcela 2	FTN	Ixcán	220	bmh-S(c)	Planicie	<i>D. stevensonii</i>	464354	1769406
Finca San Juan la 15 Parcela 3	FTN	Ixcán	214	bmh-S(c)	Ladera	<i>D. stevensonii</i>	464264	1769278
Finca San Juan la 15 Parcela 4	FTN	Ixcán	210	bmh-S(c)	Ladera	<i>D. stevensonii</i>	464214	1769208
El Peñón	FTN	Ixcán	197	bmh-S(c)	Planicie	<i>C. brasiliense</i>	471996	1772620
Finca Cari Parcela 1	FTN	Ixcán	200	bmh-S(c)	Planicie	<i>C. brasiliense</i>	459610	1770029
Finca Cari Parcela 2	FTN	Ixcán	170	bmh-S(c)	Ladera	<i>Mezcla especies</i>	459541	1770200
Monte Alegre	FTN	Ixcán	200	bmh-S(c)	Ladera y planicie	<i>S. macrophylla</i>	468950	1773115
Santa Rita	FTN	Ixcán	170	bmh-S(c)	Planicie	<i>Mezcla especies</i>	461891	1775298
Atlántida	FTN	Ixcán	175	bmh-S(c)	Planicie	<i>Mezcla especies</i>	461874	1777527
Santos Martin	FTN	Ixcán	219	bmh-S(c)	Ladera	<i>C. brasiliense</i>	461634	1769742
Tun Pirir	FTN	Ixcán	193	bmh-S(c)	Ladera	<i>Mezcla especies</i>	460240	1769347
Silvio Raquel Rabanales	FTN	F.B. Las Casas	174	bmh-S(c)	Planicie	<i>V. guatemalensis</i>	576967	1758210
Rancho Noe	FTN	F.B. Las Casas	179	bmh-S(c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	575379	1751969

Xalaja, Chicucul	FTN	Chahal	217	bmh- S(c)	Ladera	<i>D.</i> <i>stevensonii</i>	604143	1742473
Talita Kumi Parcela 1	FTN	F. B. Las Casas	214	bmh- S(c)	Planicie	<i>S.</i> <i>macrophylla</i> & <i>C.</i> <i>brasiliense</i>	585115	1756315
Talita Kumi Parcela 2	FTN	F. B. Las Casas	214	bmh- S(c)	Planicie	<i>S.</i> <i>macrophylla</i> & <i>C.</i> <i>brasiliense</i>	585206	1756407
Don Bosco	FTN	Chisec	140	bmh- S(c)	Depres	<i>Mezcla</i> <i>especies</i>	547713	1754603
Bentzul	FTN	Cahabón	288	bmh- S(c)	Ladera	<i>Mezcla</i> <i>especies</i>	561853	1737586
Sacuitz Parcela 1	FTN	Chahal	120	bmh- S(c)	Ladera/ Planicie	<i>S.</i> <i>macrophylla</i>	610349	1749194
Sacuitz Parcela 2	FTN	Chahal	138	bmh- S(c)	Ladera	<i>S.</i> <i>macrophylla</i>	610524	1749070
Hacienda Río Dulce Parcela 1	Izabal	Livingston	28	bmh-T	Ladera	<i>D.</i> <i>retusa</i>	660218	1731632
Hacienda Río Dulce Parcela 2	Izabal	Livingston	11	bmh-T	Planicie	<i>S.</i> <i>macrophylla</i>	660517	1731450
Hacienda Río Dulce Parcela 3	Izabal	Livingston	27	bmh-T	Depres	<i>A.</i> <i>graveolens</i>	660478	1731558
Hacienda Río Dulce Parcela 4	Izabal	Livingston	47	bmh- S(c)	Ladera	<i>S.</i> <i>macrophylla</i>	659670	1733879
Hacienda Río Dulce Parcela 5	Izabal	Livingston	50	bmh-T	Planicie	<i>S.</i> <i>macrophylla</i>	660338	1731449
Finca Flores	Izabal	Livingston	42	bmh-T	Depres sitio anegado	<i>C.</i> <i>brasiliense</i>	657610	1737302

						& V. <i>guatemalensis</i> s.		
La esperancita	Izabal	Livingston	33	bmh-T	Ladera	<i>C.brasiliense</i> & V. <i>guatemalensis</i> s	664375	1732828
Río Seja Parcela 1	Izabal	Livingston	59	bmh-T	Cima	<i>E. cyclocarpum</i>	658910	1733679
Río Seja Parcela 2	Izabal	Livingston	68	bmh-S (c)	Ladera	<i>D. retusa</i> & <i>S. macrohylla</i>	659363	1733440
Río Seja Parcela 3	Izabal	Livingston	53	bmh-S (c)	Planicie	<i>D. stevensonii</i>	659420	1733773
Río Seja Parcela 4	Izabal	Livingston	58	bmh-T	Ladera	<i>A. graveolens</i>	659670	1733879

Fuente: elaboración propia a partir de base de datos INAB, 2017.

El cuadro anterior muestra características de los sitios muestreados: Nombre de las fincas, municipios visitados, altitud, zona de vida, posición topográfica de la plantación, especies dominantes según porcentaje de área basal por hectárea y, coordenadas en proyección Guatemala Transversal de Mercator (GTM); DATUM WGS 84. La información fue recabada en campo y a partir de la base de datos que la Dirección de Investigación del Servicio Forestal administra.

2.9.2. Entrevistas con encargados de fincas en la FTN

Sitio 1.

Lugar: Fray Bartolomé de las Casas

Propietario: Francisco Ligorria

Fecha de entrevista: 06/07/2017

Especies dentro de la plantación: *Cedrela odorata*, *Vochysia guatemalensis*, *Dalbergia stevensonii*, *Astronium graveolens*.

Historial de manejo de la plantación

Manejo de plantación mixta de Cedro (*C odorata*), Rosul (*D stevensonii*), Jocote fraile (*A. graveolens*) Zapoton (*Pachira acuática*) Palo blanco (*T. donnell-smithii*) y San Juan (*V. guatemalensis*). En esta plantación el San Juan crece con mayor rapidez, exige mayor contenido de agua y demanda de luz. Sembrar San Juan no es una alternativa en plantaciones mixtas con otras especies nativas de crecimiento lento. El San Juan tiende a crecer junto a la teca (*Tectona grandis*) y la Melina (*Gmelina arborea*).

En la mayoría de los sitios visitados en Fray Bartolomé de las Casas. el uso anterior de la tierra fue para cultivos agrícolas y pastizales para ganado. Muchos propietarios optaron por sembrar árboles con especies locales catalogadas como maderas preciosas y semipreciosas con el objetivo de rescatar material vegetal valioso. El pago de incentivos forestales influyó a que más usuarios optaran por sembrar especies nativas. El manejo de estas especies en plantación es uno de los objetivos que persigue esta investigación.

La preferencia por el San Juan y Santa María es eminente, los propietarios optan por estas especies por su crecimiento que es más rápido y con períodos de retorno más cortos.



Figura 13 A. Entrevista a propietario, Francisco Ligorria, Fray Bartolomé de las Casas.

- Sitio 2.

Lugar: Monte Alegre, Ixcán Quiche

Propietario: Pablo Beb Quej

Fecha de entrevista: 22/05/2017

Especies dentro de la plantación: *Swietenia macrophylla*, *Dalbergia stevensonii*, *Vochysia guatemalensis*, *Cordia alliodora*.

Historial de manejo de plantación

El propietario preparó almácigos de caoba (*S. macrophylla*), cacao (*Theobroma cacao*), cola de coche (*P. arboreum*) compró la semilla de laurel (*C. alliodora*) y recolectó yemas apicales de Madrecacao (*Grilicidia sepium*) como cercos vivos.

Realizó el primer raleo de laurel, jocote fraile (*A. graveolens*), Marío (*C. brasiliense*) y san Juan (*V. guatemalensis*). Estas especies son de rápido crecimiento con incremento anual acelerado en comparación con la caoba por lo que decidió dejar la caoba únicamente. Según don Pablo el san Juan crece 1.5 cm/año, la caoba crece 0.5 cm/año según información de parcela demostrativas realizadas por un ingeniero en Ixcán.

El raleo fue selectivo, dejando los mejores y descartando los enfermos. Quitando San Juan, y laurel torcido dejando la caoba.

Dos veces al año don Pablo limpia su plantación, en los 19 años que lleva la plantación realizó 2 podas y un raleo por lo alto. Vendió la madera como leña y el San Juan lo dio en tablas. Ha realizado rondas para la prevención de incendios forestales. La leña la vende por tarea. Si es buena madera de San Juan o Santa María lo vende a Q 100 el metro cúbico sin incluir volumen estéreo. Las varas de laurel a Q10. 3cm x 3cm. No utiliza la madera de caoba para venta. La caoba le dio problema, la caoba es como el tomate, el barrenador ataca el ápice.

Uso anterior del suelo y propósito de la plantación

En Ixcán fue uno de los primeros en sembrar estas especies y con otro señor, vecino suyo, su visión es obtener bosques análogos en plantación, como ecosistema parecido al de los bosques naturales de las tierras bajas del Norte del país.

Anteriormente sembró piña y sandilla en la extensión de tres hectáreas de terreno. El propósito de sembrar la plantación, primero por la gracia de Dios. Su fin último es poner una industria de madera para fabricar muebles y venderlo dentro del Ixcán. En su terreno quisiera aprovechar una laguneta que se forma por la topografía del lugar, sus fines son turísticos. El propietario tiene la opinión de no vender su tierra y su deseo es que el patrimonio quede en Guatemala preservando las maderas más preciosas del país por su alta amenaza por sobre explotación.

Jamás ha hecho socio con cultivos alimenticios. Tiene pensado sembrar cardamomo cacao, tiene claro de los beneficios que trae el socio con cultivos agrícolas respecto al retorno de capital sin embargo don Pablo tiene otros oficios a parte del cuidado de su plantación lo que limita el cuidado de un sistema como los Sistema agroforestales SAF.

Control del Barrenador de las Meliáceas

Los primeros 3 años de desarrollo de la planta son los años más críticos donde corre mayor riesgo la plantación del ataque del barrenador. El propietario monitoreaba cada 3 días su plantación y observaba árbol por árbol, si encontraba un gusano barrenador toma las hojas con gusanos y las quemaba. Con una jeringa realizaba infusiones de chile, ajo y tabaco hasta que los árboles e inyectaba los tejidos conductores de la planta cuando presentaba signos de plaga. Esta metodología la empleó hasta que la plantación alcanzara 4 metros de altura.



Figura 14 A. Bifurcación de un árbol de *Swietenia macrophylla* por ataque del barrenador de las Meliáceas (*Hypsipyla grandella*).



Figura 15 A. Mezcla de especies nativas Finca Montealegre

En esta plantación ubicada en Finca Montealegre Ixcán, Quiche, predomina la especie *S. macrophylla* donde se observó que el ataque del barrenador afectó muy poco las yemas apicales de los individuos. El propietario dio manejo durante los años críticos del ataque y el método que empleó para el control de esta plaga fue por medio de inyección de infusión de chile y ajo. Cada tres días monitoreaba árbol por árbol hasta llegar a 3 m de altura. A partir de este momento la plaga no logró dañar las plantas. Esta es una de los mejores ejemplos de manejo y de control del barrenador de las Meliáceas.

Sitio 3

Lugar: El Peñón

Propietario: Rubencio Zepeda

Fecha de entrevista: 24/05/2017

Especies dentro de la plantación: *Calophyllum brasiliense*, *Dalbergia stevensonii*, *Astronium graveolens*, *Vochysia guatemalensis*, *Tabebuia rosea*.

Historial de manejo de sus plantaciones

Vendió su ganado por plantar árboles y por el pago de incentivos forestales. El propietario no tiene idea del valor que tiene el rosul y lo utiliza sus ramas como leña ya que es una especie que retoña rápido. El señor buscó mercado para su madera sin embargo los precios que le ofrecían eran muy bajos. El señor aprovechó su plantación de Marío, San Juan, y Plumillo.

Tiene sembrado algunos árboles de conacaste y en el transcurso del tiempo se pudo dar cuenta que esta especie necesita competencia en las primeras etapas de desarrollo de la plantación ya que su crecimiento es muy lento y no tolera sombra. Si se mezcla conacaste con Matilisguate, Santa maría y San Juan en el mismo período el sistema crece en equilibrio.

En Ixcán no había viveros solo en la zona militar, ellos vendían árboles. Rubencio compró en el destacamento plántulas de cola de coche, palo blanco, Matilisguate, cedro. Rubencio sembró estas especies y realizo varios experimentos con Marío y San Juan. El señor compró semillas de cedro y caoba en Fray Bartolomé de las Casas. La plantación presento signos del barrenador de las Meliáceas e intentó controlar la plaga con un insecticida sistémico sin embargo al tener tan sólo 2 metros de altura la plaga atacó toda la plantación. Ahora siembra maíz en ese terreno.

Opinión acerca del PINFOR

Cree que el programa de incentivos no valió la pena ya que el monto no es suficiente y que el período debería durar 15 años si se quiere sembrar especies nativas por el cuidado que requiere el cultivo. El San Juan y Mario si vale la pena sembrar según Rubencio por su rápido crecimiento, aunque su precio en el mercado no es muy alto. El volvería a plantar las especies, pero donde ya fue incentivado ya no se puede volver a incentivar.

Uso anterior del suelo.

El uso anterior del suelo fue ganado, compactó un poco la tierra sin embargo esto no influyó en el desarrollo de los árboles. Su terreno nunca se inunda, el sitio tiene buen drenaje.

Propósito de la plantación

Considera que mantener el bosque es algo que se tiene que seguir practicando para preservar las especies y la vida. El propietario tiene varias tierras que fueron incentivados en el programa, sin embargo, para que los individuos de la plantación tengan mejores cualidades, el incentivo debe durar períodos más largos mientras las especies crecen ya que no se cuenta con ningún retorno del capital antes del aprovechamiento final de la plantación.



Figura 16 A. Plantación mixta con especies nativas valiosas en Ixcán, Quiché.

Como se observa en la siguiente fotografía este es un ejemplo de la fragmentación no sólo de los bosques naturales sino también en terrenos individuales donde muchos usuarios de tierras tienden a sembrar monocultivo de palma africana en lugar de sembrar árboles debido a que tienen ganancias en períodos más cortos.

Sitio 4

Lugar: Hacienda Río Dulce

Propietario: Juan Bronson

Fecha de entrevista: 23/08/2017

Especies dentro de la plantación: *Calophyllum brasiliense*, *Dalbergia stevensonii*, *Astronium graveolens*. *Vochysia guatemalensis*.

La especie que más se comercia es *Dalbergia retusa*, un árbol de tamaño medio que suele alcanzar de 20 m a 25 m de altura. Debido a su gran belleza y alto valor esta especie ha sido ampliamente explotada y el árbol se encuentra ahora en peligro de extinción excepto en parque nacionales, reservas y plantaciones.

El uso que le dan en la finca es para piezas musicales. El cocobolo es además bastante denso. Debido a su densidad y dureza, el cocobolo puede pulirse hasta quedar lustroso, con un acabado casi cristalino. Es una opción para realizar instrumentos musicales especialmente guitarras y bajos según Juan Bronson.

En el campo el silvicultor debe apreciar los efectos de la duración de la iluminación debido a que la suma del tiempo que la planta está expuesta puesto que reciben toda la luz disponible; sin embargo, las plantas de los estratos inferiores, reciben la luz filtrada a través del dosel superior y están sujetas al paso de sombras y haces de luz solar.

En los rodales de espesura cerrada, la cantidad de tiempo en el que la luz es de baja intensidad o que está por debajo del punto de compensación puede ser una gran proporción del día fotosintético; debido a esto, el tiempo efectivo de luz de intensidad adecuada que reciben las plantas de los estratos inferiores está controlada en gran parte por la densidad del rodal.

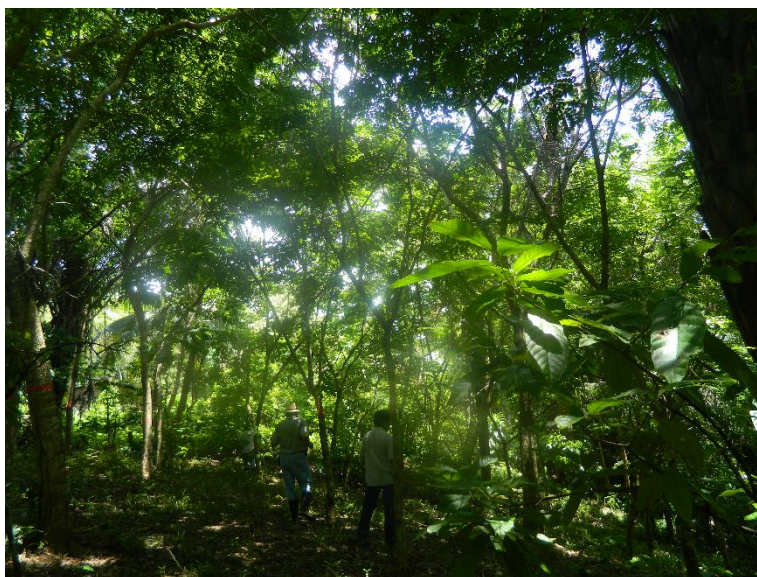


Figura 17 A. Plantación de Cocobolo (*Dalbergia retusa*), en asocio con caoba y cacao en sistema agroforestal.

Edad de plantación de 13 años. Se puede observar que existe cruce entre ramas debido a la forma inclinada con la que crece la especie. El distanciamiento entre individuos es de 4.5 m. Esta especie no crece con competencia ya que llega a encorvarse con facilidad.

La cantidad de luz disponible en los diferentes niveles o estratos del bosque determina en gran parte la expresión de la dominancia de las especies, la diferenciación de las clases de copas, las proporciones de copas vivas y las dimensiones generales de la copa por tanto, si se conociera el requerimiento de luz de las plantas puede controlarse la estructura del rodal y su productividad, el éxito relativo de la regeneración de las distintas especies y el desarrollo de malezas, y capas vegetativas.

Este control de la estructura del rodal se realiza a través de la regulación de luz disponible en cualquier altura del mismo, mediante la elección de la composición de especies (tipo, cantidad y disposición del follaje) y el control de la densidad del dosel superior.

- **Sitio 5.**

Lugar: Monte Alegre, Ixcán Quiche

Propietario: Teresa Tun Pirir

Fecha de entrevista: 22/05/2017

Especies dentro de la plantación: *Vochysia guatemalensis*, *Cordia alliodora*, *Calophyllum brasiliense*.

Anteriormente sembraba milpa en el área de la plantación. El dinero que recibió del Programa de Incentivos Forestales lo utilizó para darle estudio a sus hijos. Su plantación tiene 15 años y tiene sembrado Mario, Canshan, cola de coche, San Juan. Sembró caoba, pero no creció mucho. La señora observaba como sus vecinos se beneficiaban del PINFOR y ella optó por sembrar. Dejó de hacer limpieza al terreno desde que terminó el incentivo. La señora sembró milpa en medio de la plantación. Tiene pensado sembrar piña entre los árboles. En el primer raleo vendió la madera de San Juan y Canshan. (*Brosimum alicastrum*).



Figura 18 A. Plantación mixta de especies nativas, Terreno de Teresa Tun Pirir.

Sitio 6.

Lugar: Don Bosco, Chisec, Alta Verapaz.

Propietario: Padre Antonio de Groot (No presente entrevista)

Fecha de visita: 06/07/2017

Especies dentro de la plantación: *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia donnell-smithii*,

Plantación ubicada en Colegio Salesiano Don Bosco en el municipio de Raxruhá, Alta Verapaz. En este sistema se observó especies de *S. macrophylla*, *T. donnell-smithii*. El distanciamiento entre individuos de palo blanco es de 3 m x 3 m. Entre los árboles de palo blanco se sembró en tresbolillo la caoba 1.5 m x 1.5 m. En la plantación hubo ataque significativo del barrenador, se observó bifurcación desde los 4 y 5 metros. No hubo control de ataque ya que los fines de esta plantación son de conservación de especies nativas. El sitio está muy limpio y se encuentra en un pie de monte, donde la pendiente no sobrepasa el 5 %. El palo blanco en asocio con otras especies desarrolla buen crecimiento, tolera sombra parcial por lo que la competencia estimula su crecimiento siendo la especie que predomina en altura.



Figura 19 A. Mezcla de especies en plantación Finca Don Bosco.



Figura 20 A. Plantación pura de jocote fraile (*Astronium graveolens*) en finca Río Seja, Izabal.

En la figura 21 A se observa una plantación ubicada en Río Sejá, Livingston Izabal. Es un asocio agroforestal *A. graveolens* en estrato arbóreo como sombra de Cacao (*T. cacao*). El objetivo del establecimiento de este sistema agroforestal es obtener ingresos por medio del cacao durante del desarrollo del rodal forestal. Se observó que el ataque de termitas podría llegar a ser muy perjudicial para la salud del rodal. Los trabajadores de la finca mencionaron que no controlan con nada dicho problema.



Figura 21 A. Plantación mixta Finca Flores, Livingston, Izabal.

Esta plantación está ubicada en un sitio anegado. La fecha de visita fue en el mes de agosto, época de lluvia en esta zona. Existe documentación que menciona la adaptación de especies forestales a sitios anegados, como se puede observar en la fotografía, especies como *C. brasiliense* y *V. guatemalensis* pueden adaptarse a estos sitios. Otro ejemplo de adaptación es el Matiliguatate (*T. rosea*), especie que se adapta tanto a sitios anegados como muy secos.

Sitio 7.

Lugar: Ixcán

Propietario: Estuardo Zamora

Fecha de entrevista: 07/03/17

Especies dentro de la plantación: *Dalbergia stevensonii*



Figura 22 A. Entrevista aserradero EXIMESA, Ixcán, Quiché.

2.9.3. Variables cuantitativas, cualitativas y de manejo.

Cuadro 22 A. Variables cualitativas priorizando Composición, Estructura

Especie	Proyecto	Zona de Vida	Composición	No. Arboles/Ha	Topografía	Fenología de la especie
			Mixto o Puro		Posición topográfica	Época cuando vota hojas
					% de pendiente	Capacidad de rebrotar
					Pedregosidad	
					Drenaje	

Cuadro 23. A. Variables cuantitativas priorizando Composición, Estructura

Especie	Proyecto	No. Arboles/Ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m3/Ha)	Cobertura del dosel (%)

Variables cuantitativas y cualitativas del estudio, este fue el orden de variables de interés priorizando: (1) Estructura Horizontal de la vegetación diámetro (cm) y Área Basal (m²); (2) Estructura Vertical de la vegetación forestal (altura (m), edad de la plantación); (3) Cobertura del dosel (%) (4) Composición (Mixto, puro)., Variables cualitativas como (topografía, Zona de vida).

Manejo de la plantación

1. Historial de manejo de la plantación.
2. Propósito de la plantación.
3. Uso anterior del suelo.

Cuadro 24 A. Información dasométrica de las especies de estudio por unidad de muestreo

Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ todas especies rodal	ha	Total AB (m2/Ha)	%AB especies Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>S. macrophylla</i>	13	70		1.3	11	1.31	1.02
<i>S. macrophylla</i>	19	180		12.7	57	1.53	
<i>S. macrophylla</i>	11	270		3.6	24	1.13	1.07
<i>S. macrophylla</i>	11	320		4.8	35	1.24	1.25
<i>S. macrophylla</i>	15	540		2.8	14	0.61	0.64
<i>S. macrophylla</i>	9	70		0.5	5	1.05	0.77
<i>S. macrophylla</i>	15	470		0.69	7	0.88	0.63
<i>S. macrophylla</i>	15	520		16.5	92	1.30	0.90
<i>S. macrophylla</i>	15	320		5.4	100	0.96	0.61
<i>S. macrophylla</i>	14	160		0.21	15	0.92	0.81
<i>S. macrophylla</i>	8	30		0.7	15	0.71	0.69
<i>S. macrophylla</i>	11	160		1.3	10	0.85	0.78
<i>S. macrophylla</i>	16	150		1.5	10	0.64	0.98
<i>S. macrophylla</i>	19	500		14.4	65	0.97	0.79
<i>S. macrophylla</i>	19	280		21.86	100	1.56	1.19
<i>S. macrophylla</i>	6	840		12.39	100	2.25	1.94
<i>S. macrophylla</i>	6	190		2.68	53	2.09	1.62
<i>S. macrophylla</i>	13	160		3.87	33	1.33	1.08
<i>S. macrophylla</i>	14	140		3.34	29	1.21	0.89
Media	13				(41	1.19	0.98
Rango	(6 - 19)				(5 - 100)	(0.61 - 2.25)	(0.61 - 1.94)
Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ todas especies rodal	ha	Total AB (m2/Ha)	%AB Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>S. humilis</i>	20	10		0.5	2	1.23	1.23
<i>S. humilis</i>	13	120		3.464	30	1.46	1.11
Media	16.5				16	1.35	1.17
Rango	(13 - 20)				(2 - 30)	(1.23 - 1.46)	(1.11 - 1.23)

Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ todas especies rodal	ha	Total AB (m2/Ha)	%AB especie s Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>C. odorata</i>	19	90		5.6	25	1.43	0.88
<i>C. odorata</i>	20	30		3.9	13	1.95	1.48
<i>C. odorata</i>	9	70		0.5	5	1.01	0.69
<i>C. odorata</i>	18	40		0.5	2	0.70	0.49
<i>C. odorata</i>	19	40		1.8	39	0.99	0.89
<i>C. odorata</i>	5	510		5.9	100	1.95	1.83
<i>C. odorata</i>	9	520		20.4	100	2.43	1.61
<i>C. odorata</i>	14	160		7.5	58	1.72	1.08
<i>C. odorata</i>	10	680		26.1	100	2.05	2.19
Media Rango	14 (5 - 20)				49 (2 - 100)	1.58 (0.70 - 2.43)	1.24 (0.49 - 2.19)
Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ todas especies rodal	ha	Total AB (m2/Ha)	%AB Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>D. retusa</i>	13	430		10.9	89	1.31	1.02
<i>D. retusa</i>	19	40		0.7	3	0.74	0.64
<i>D. retusa</i>	19	60		2	43	1.05	0.82
<i>D. retusa</i>	6	200		2.34	51	1.51	1.48
Media Rango	14 (6 - 19)				47 (3 - 51)	1.15 (0.74 - 1.51)	0.99 (0.64 - 1.48)
Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ha todas especies rodal	ha	Total AB (m2/Ha)	%AB Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>D. stevensonii</i>	15	60		1.1	6	1.02	1.11
<i>D. stevensonii</i>	14	10		0.0	2	1.31	1.43
<i>D. stevensonii</i>	19	60		2	43	1.05	0.82
<i>D. stevensonii</i>	16	520		13.4	100	1.12	0.00
<i>D. stevensonii</i>	19	360		11.03	100	1.03	0.00

<i>D. stevensonii</i>	16	260	6.2	100	1.05	0.00
<i>D. stevensonii</i>	16	620	10.6	100	0.91	0.00
<i>D. stevensonii</i>	19	30	0.8	9	0.59	0.00
<i>D. stevensonii</i>	19	40	1	5	0.94	0.95
<i>D. stevensonii</i>	13	100	1.8372	16	1.15	1.12
Media	17			48	1	1
Rango	(13 - 19)			(5 - 100)	(0.59 - 1.31)	(0.82 - 1.43)
Especie	Edad	Árboles/ha	Total	%AB	IMA DAP	IMA Altura
	Media	todas	AB	Media	(cm/año)	(m/año)
	(Rango)	especies	(m2/Ha)	(Rango)	Media	Media
		rodal			(Rango)	(Rango)
<i>A. graveolens</i>	20	140	7.4	25	1.26	1.06
<i>A. graveolens</i>	13	790	1.2	78	1.06	1.08
<i>A. graveolens</i>	14	60	0.01	1	0.33	0.38
<i>A. graveolens</i>	16	30	0.2	1	0.48	0.41
<i>A. graveolens</i>	19	20	0.1	2	0.29	0.45
Media	16			21	0.68	0.68
Rango	(13 - 19)			(1 - 78)	(0.29 - 1.26)	(0.38 - 1.08)
Especie	Edad	Árboles/ha	Total	%AB	IMA DAP	IMA Altura
	Media	todas	AB	Media	(cm/año)	(m/año)
	(Rango)	especies	(m2/Ha)	(Rango)	Media	Media
		rodal			(Rango)	(Rango)
<i>S. panamensis</i>	15	430	6.9	67	0.91	0.70
	14	40	0.02	1	0.83	0.76
Media	14.5			34	0.87	0.73
Rango	(14 - 15)			(1 - 67)	(0.83 - 0.91)	(0.70 - 0.76)
Especie	Edad	Árboles/ha	Total	%AB	IMA DAP	IMA Altura
	Media	todas	AB	Media	(cm/año)	(m/año)
	(Rango)	especies	(m2/Ha)	(Rango)	Media	Media
		rodal			(Rango)	(Rango)
<i>T. donnell-smithii</i>	13	10	0.11	7	2.88	
<i>T. donnell-smithii</i>	15	580	15.70	77	1.20	1.18
<i>T. donnell-smithii</i>	13	20	0.83	7	1.77	1.56
<i>T. donnell-smithii</i>	14	340	5.85	17	1.98	1.96
<i>T. donnell-smithii</i>	14	440	5.45	42	0.88	0.83

Media	14			30	1.74	1.38
Rango	(13 - 15)			(7 - 77)	(0.88 - 2.88)	(0.83 - 1.96)
Especie	Edad	Árboles/ha	Total	%AB	IMA DAP	IMA Altura
	Media	todas	AB	Media	(cm/año)	(m/año)
	(Rango)	especies	(m2/Ha)	(Rango)	Media	Media
		rodal			(Rango)	(Rango)
<i>T. rosea</i>	9	90	1	10	1.23	1.34
<i>T. rosea</i>	15	30	0.5	5	0.87	0.00
<i>T. rosea</i>	18	20	0.9	3	1.12	0.25
Media	14			6	1.07	0.80
Rango	(9 - 18)			(3 - 10)	(0.87 - 1.12)	(0.25 - 1.34)
Especie	Edad	Árboles/ha	Total	%AB	IMA DAP	IMA Altura
	Media	todas	AB	Media	(cm/año)	(m/año)
	(Rango)	especies	(m2/Ha)	(Rango)	Media	Media
		rodal			(Rango)	(Rango)
<i>C. brasiliense</i>	11	640	11.5	76	1.32	1.10
<i>C. brasiliense</i>	11	560	8.9	65	1.22	1.04
<i>C. brasiliense</i>	9	530	5.9	61	1.30	1.08
<i>C. brasiliense</i>	14	80	0.24	17	1.35	1.31
<i>C. brasiliense</i>	8	620	2.5	53	0.87	1.05
<i>C. brasiliense</i>	11	50	1	8	1.45	1.00
<i>C. brasiliense</i>	16	150	3.5	23	1.05	1.15
<i>C. brasiliense</i>	19	480	8.6	91	0.74	
Media	12			49	1.16	1.10
Rango	(8 - 19)			(8 - 91)	(0.74 - 1.45)	(1.04 - 1.31)
Especie	Edad	Árboles/ha	Total	%AB	IMA DAP	IMA Altura
	Media	todas	AB	Media	(cm/año)	(m/año)
	(Rango)	especies	(m2/Ha)	(Rango)	Media	Media
		rodal			(Rango)	(Rango)
<i>C. alliodora</i>	18	50	0.9	3	0.80	0.88
<i>C. alliodora</i>	19	20	0.62	3	1.04	1.07
<i>C. alliodora</i>	13	20	1.61	14	2.46	2.08
<i>C. alliodora</i>	5	160	3.17	41	3.12	2.56
Media	14			15	1.85	1.65

Rango	(5 - 19)			(3 - 41)	(0.80 - 3.12)	(0.88 - 2.56)
Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ha todas especies rodal	Total AB (m2/Ha)	%AB Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>E. cyclocarpum</i>	23	240	32.2	100	1.82	0.73
Especie	Edad Media (Rango)	Árboles/ha todas especies rodal	Total AB (m2/Ha)	%AB Media (Rango)	IMA DAP (cm/año) Media (Rango)	IMA Altura (m/año) Media (Rango)
<i>V. guatemalensis</i>	15	20	1.2	12	1.81	0.67
<i>V. guatemalensis</i>	18	34	23.5	91	1.60	1.10
<i>V. guatemalensis</i>	14	150	0.47	34	1.33	1.25
<i>V. guatemalensis</i>	8	10	0.8	17	3.89	2.07
<i>V. guatemalensis</i>	11	220	8.7	68	1.53	1.34
<i>V. guatemalensis</i>	16	270	8.1	53	0.96	0.96
<i>V. guatemalensis</i>	19	40	0.2	4	0.46	0.35
<i>V. guatemalensis</i>	19	20	6.2	28	3.33	1.29
Media	15			38	1.86	1.13
Rango	(8 - 19)			(4 - 91)	(0.46 - 3.89)	(0.35 - 2.07)

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del Departamento de Investigación INAB, 2017;

Cuadro 25 A. Porcentajes de luz y cobertura del dosel forestal, plantaciones Playa Grande Ixcán, Quiché

Parcela	Finca	% de luz	% cobertura	Clasificación del dosel
1	Finca Cari	27%	73%	Cerrado
2	Santos Martin	29%	71%	Cerrado
3	Teresa Tun Pirir	34%	66%	Moderadamente cerrado
4	Santa Rita	25%	75%	Cerrado
5	Atlántida	26%	74%	Cerrado
6	San Juan la 15	40%	60%	Moderadamente cerrado
7	San Juan la 15	39%	61%	Moderadamente cerrado
8	San Juan la 15	43%	57%	Moderadamente cerrado
9	San Juan la 15	39%	61%	Moderadamente cerrado
10	El Peñon	33%	67%	Moderadamente cerrado
11	Monte Alegre	21%	79%	Cerrado

Cuadro 26 A. Porcentajes de luz y cobertura del dosel forestal, plantaciones Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz

Parcela	Finca	% de luz	% cobertura	Clasificación del dosel
1	Talita Kumi	16%	84%	Cerrado
2	Talita Kumi	16%	84%	Cerrado
3	Don Bosco	26%	74%	Cerrado
4	Bentzul	17%	83%	Cerrado
5	Sacuitz	18%	82%	Cerrado
6	Sacuitz	27%	73%	Cerrado
7	Silvio Rabanales	12%	88%	Cerrado
8	Xelaja, Chicucul			
9	Rancho Noe	32%	68%	Moderadamente cerrado
10	El Compa	76%	24%	Abierto

Fuente: elaboración propia, 2018.

En los cuadros anteriores se puede observar el cálculo del porcentaje de luz que entra al dosel forestal, clasificando estos como dosel cerrado, moderadamente cerrado y dosel abierto. El fin del cálculo del porcentaje de luz que entra al dosel forestal es con propósito de comprender más el comportamiento de las especies y su tolerancia e intolerancia a la luz. Esta información es para comprender requerimientos ecológicos de cada especie presente en las parcelas.



3.1. PRESENTACIÓN

El vínculo con el INAB y el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) surge a partir de la propuesta del proyecto titulado “Caracterización de plantaciones forestales con especies nativas en las tierras bajas del norte de Guatemala”, proyecto financiado por la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El acceso a la información para la ejecución de esta propuesta no habría sido posible sin el apoyo del Departamento de Investigación y de las Subregiones que conforman la zona de estudio, quienes brindaron su apoyo en campo y acceso a base de datos.

Los servicios fueron realizados en las subregiones del Instituto Nacional de Bosques (INAB) que conforman las tierras bajas del Norte y costa Sur del país, incluyendo los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Zacapa y Escuintla. En cada uno de estos departamentos se generó información relacionada con las parcelas de monitoreo forestal con presencia de especies nativas.

El aporte al departamento de investigación del INAB se centró en la remediación de Parcelas Permanentes de Medición Forestal (PPMF), apoyo en la actualización y consolidado nacional de la base de datos de PPMF, establecimiento de nuevas parcelas de monitoreo en el departamento de Izabal y valle de Polochic, y el apoyo en recolección de muestras de suelo en campo para el proyecto titulado: Factores edáficos que inciden en la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de caoba (*Swietenia macrophylla* King) y cedro (*Cedrella odorata* L), proyecto financiado por la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT).

El Departamento de Investigación Forestal fue la sede central y espacio físico donde se procesó la información recabada en campo e información de la base de datos existente del sistema de red PPMF como parte de los servicios otorgados a la institución.

También se llevó a cabo una comisión a la Costa Sur del país donde el Departamento de Certificación de Fuentes y Semillas Forestales en coordinación con el Departamento de Investigación Forestal de INAB y el sector privado, ejecutan iniciativas para la conservación de material fuera de sitio de especies nativas. Se estableció un ensayo de procedencia-progenie de caoba del sur (*Swietenia humilis* Z) y guayacan (*Guaiacum sanctum*), el proceso da inicio con la evaluación de la viabilidad de la semilla en vivero en la empresa Jaguar Energy ubicado en el departamento de Escuintla.

3.2. ÁREA DE INFLUENCIA

Los servicios fueron realizados en las subregiones del Instituto Nacional de Bosques (INAB) que conforman las tierras bajas del norte y costa sur del país, incluyendo los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Zacapa y Escuintla. En cada uno de estos departamentos se generó información relacionada con las parcelas de monitoreo forestal con presencia de especies nativas.

El Departamento de Investigación Forestal fue la sede central y espacio físico donde se procesó la información recabada en campo e información de la base de datos existente del Sistema de Redes PPMF como parte de los servicios otorgados a la institución.

3.3. OBJETIVO GENERAL

Contribuir en la investigación forestal nacional a través de la red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal en los departamentos que conforman las tierras bajas del Norte y Sur de Guatemala.

3.4. SERVICIOS PRESTADOS

3.4.1. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE RED DE PARCELAS PERMANENTES DE MONITOREO FORESTAL.

3.4.1.1. Descripción del servicio

La base general de PPMF resguarda información de fincas monitoreadas hasta el año 2016 en la que se manejan variables dasométricas, variables climáticas, variables edáficas, así como variables propias del terreno. Las subregiones, así como la dirección de investigación del INAB se encarga de que la información sea ingresada y actualizada en la base de datos con el fin de inferir en la investigación forestal por medio de estimaciones de rendimiento y crecimiento de las especies a nivel nacional.

3.4.1.2. Definición del problema

Mucha de la información de la base no ha sido actualizada a causa de la cantidad de parcelas que se maneja a nivel nacional la cual se ha ido acumulando, quedando pendiente el ingreso de algunas boletas e información faltante en las mismas.

Los compromisos por cumplir el Plan Operativo Anual (POA) en cada subregión limita la disponibilidad de los técnicos de remedir las PPMF. En algunos casos se ha dejado de medir por uno o dos años debido a la falta de disponibilidad de personal y tiempo de trabajo. Ha sido una labor en conjunto con la dirección de investigación y el sector académico llevar a cabo estas mediciones, análisis e interpretación de variables.

Otro factor limitante es la certeza de los datos. Muchas de los datos no concuerdan con mediciones anteriores. Las alturas no coinciden, esto se puede ver en un sitio donde los arboles decrecen en altura y diámetro año con año.

En estos casos, los datos son colocados como nulos o sin medición por lo que la Metodología de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos (Mirasilv) no lo toma en cuenta al momento de la estimación de área basal o volumen, limitando la interpretación de los datos.

A raíz de esta problemática el apoyo consistió en la identificación de vacíos de información de la base de datos de PPMF específicamente de la subregión II-6 Ixcán II-7 Salacuim

3.4.1.3. Objetivos Específicos

Identificación de vacíos de información en la base de datos de Parcelas Permanentes de Medición Forestal de la Subregión II-6 Ixcán y Eco-región II-7 Salacuim.

3.4.1.4. Metodología

Para la identificación de vacíos de información en PPMF de las Subregiones se requirió de la base general de datos, un ejemplo de la hoja de cálculo se observa en la Figura 23. Se localizó la información sintetizada en una hoja de Excel junto con las boletas de monitoreo generadas en campo. Estas dos herramientas sirvieron como comparadores y fue así como se localizaron errores de medición, incongruencia y algunos datos faltantes en las parcelas monitoreadas en Playa Grande Ixcán. También fueron digitalizadas boletas de campo de la región II-6 y II-7 en el programa de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos Mirasilv, pendientes de ingreso.

	CODIGO	CC	Subregion	SU	No. FINCA	REGIÓN	NOMBRE FINCA	PROPIETARIO
362	I26-7-1	I26	II-6 Ixcán Playa Grande	26	7	26-007	Atlántida	Nicolas Eladio Laj Caal
363	I26-7-2	I26	II-6 Ixcán Playa Grande	26	7	26-007	Atlántida	Nicolas Eladio Laj Caal
364	I26-8-1	I26	II-6 Ixcán Playa Grande	26	8	26-008	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia
365	I26-8-2	I26	II-6 Ixcán Playa Grande	26	8	26-008	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia
366	I26-8-3	I26	II-6 Ixcán Playa Grande	26	8	26-008	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia
367	I26-8-4	I26	II-6 Ixcán Playa Grande	26	8	26-008	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia
368	I27-10-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	5	27-005	Río Tzotoc	Nazario Beb
369	I27-13-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	7	27-007	Pie Del Cerro	Marcos Chiquin
370	I27-14-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	7	27-007	Pie Del Cerro	Manuel Cu Xol
371	I27-15-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	8	27-008	Finca Municipal Salinas	Municipalidad de Coban
372	I27-15-2	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	8	27-008	Finca Municipal Salinas	Municipalidad de Coban
373	I27-16-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	9	27-009	Salacuim	Bartolome Toj Rodriguez
374	I27-17-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	9	27-009	Jose Maria Prado	Jose Maria Prado
375	I27-18-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	10	27-010	Saholom	Manuel Cho Xol
376	I27-19-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	42	27-042	Saholom	Sebastian Chub
377	I27-20-1	I27	II-7 Eco región Lachua Salacuim	27	11	27-011	Ixloc Salacuim	Varios propietarios

Figura 23. Hoja Excel de la base de datos general de parcelas monitoreadas en Playa Grande Ixcán.

Cada vacío de información fue anotado en una boleta de observaciones de datos descritos en el Cuadro 27, con el objetivo de considerarlas para futuras mediciones.

Cuadro 27. Boleta para la identificación de vacíos de información en PPMF

No. Parcela	
Región/Subregión	
Departamento/Municipio	
Aldea/Comunidad	
Propietario	
X (GTM, WGS84)	
Y (GTM, WGS84)	
Elevación (msnm)	
Observaciones de datos descriptivos	
Observaciones base de datos dasométrica	

Las observaciones fueron en parcelas que cuentan con datos faltantes dentro de la base de datos general. Los casos típicos de incongruencia se deben a la falta de criterios de medición realizados en campo respecto a la altura (base + copa), la remediación del diámetro a la altura del pecho en sitios donde la marca de posición se ha borrado con el tiempo debido a las lluvias y al tipo de corteza del árbol.

Otra causa del sesgo es la estimación de la altura sin aparato de medición, o bien “al ojo”. Estas son una de las causas por las que es importante la recomendación y actualización respecto a la información de la base de datos. Los criterios fueron enfocados específicamente al municipio de Playa Grande Ixcán, departamento de Quiché donde se realizaron dos visitas de campo.

En el cuadro 29 se describen características generales de cada proyecto y vacíos de información de la base donde se almacena datos descriptivos y numéricos de cada proyecto. de la subregión II-6 Playa Grande, Ixcán. Asimismo, información faltante observada en campo en algunos casos. En la figura 24 se observan las parcelas geo-referenciaron en las dos visitas.



Fuente: Google earth 2017.

Figura 24. Ubicación de parcelas evaluadas en campo, Playa Grande Ixcán.

3.4.1.5. Resultados

Cuadro 28. Boletas con vacíos de información Playa Grande Ixcán.

No. Parcela	I26-1-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	
Nombre de la finca	Virginia
Propietario	Felix Sut
X (GTM, WGS84)	468613.2374
Y (GTM, WGS84)	1771769.8
Elevación (msnm)	200 msnm
Observaciones de datos descriptivos	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando se visitó el sitio como parte del EPS 2017, se pudo observar que se ha realizado un raleo donde han tumbado árboles de mayor diámetro dentro de la parcela dejando el remanente de bosque. Según los datos del ZLP del Software MIRASILV la última digitalización fue en el año 2013 y se puede observar en la base general que no hubo medición 2016. 2. Base general no cuenta con información sobre % de pendiente, ni código de frecuencia de inundaciones, ni drenaje superficial, ni de pedregosidad. 	
Observaciones base de datos dasométrica	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se considera necesario descartar las mediciones en esta parcela debido a que fueron talados los árboles monitoreados en esta parcela. 	

No. Parcela	I26-11-2 (Activa)
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	El Cari
Nombre de la finca	Finca Cari
Propietario	Mauricio Mejia
X (GTM, WGS84)	464396
Y (GTM, WGS84)	1770029.01
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
<ol style="list-style-type: none"> 1. La base general no cuenta con información sobre % de pendiente, ni código de frecuencia de inundaciones, ni drenaje superficial, ni de pedregosidad de esta parcela. 	
Observaciones base de datos dasométrica	
<ol style="list-style-type: none"> 2. Se ha digitalizado hasta el 25 de octubre del 2014. No cuenta con medición para el año 2016. 	

No. Parcela	I26-13-1 (Activa)
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	El Peñón
Nombre de la finca	El Peñón
Propietario	Rubencio Zepeda
X (GTM, WGS84)	464396
Y (GTM, WGS84)	1769180
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
1. En la base general se observó que no hay información sobre % de pendiente, ni código de frecuencia de inundaciones, drenaje superficial, datos de pedregosidad ni número de expediente.	
Observaciones base de datos dasométrica	
2. Se ha digitalizado hasta el 16 de octubre del 2013. No cuenta con medición para el año 2016 pero si del año 2017.	

No. Parcela	I26-14-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/ Ixcán
Finca/Aldea/Comunidad	Finca San Juan la 15
Propietario	Néstor Zamora
X (GTM, WGS84)	
Y (GTM, WGS84)	
Elevación (msnm)	
Observaciones de datos descriptivos	
Al igual que las demás parcelas ésta no cuenta con información en campo en la Base General de Datos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Si hubo medición año 2016 (No se encuentra boleta 2016). No ha sido ingresada la medición 2017 debido a error en datos de Altura. Fue ingresado a -MIRASILV- hasta el año 2016.	

No. Parcela	I26-14-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/ Ixcán
Finca/Aldea/Comunidad	Finca San Juan la 15
Propietario	Néstor Zamora
X (GTM, WGS84)	
Y (GTM, WGS84)	
Elevación (msnm)	
Observaciones de datos descriptivos	
Al igual que las demás parcelas ésta no cuenta con información en campo en la Base General de Datos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Si hubo medición año 2016 (No se encuentra boleta 2016). No ha sido ingresada la medición 2017 debido a error en datos de altura por falta de insumos en campo. Fue ingresado a -MIRASILV- hasta el año 2016.	

No. Parcela	I26-9-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/ Ixcán
Finca/Aldea/Comunidad	Monte Alegre
Propietario	Pablo Beb
X (GTM, WGS84)	
Y (GTM, WGS84)	
Elevación (msnm)	
Observaciones de datos descriptivos	
No cuen.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Se digitalizó hasta el 8 de noviembre del 2013. Remedición año 2017 junto a técnicos INAB de sub-región y equipo de trabajo FAUSAC/DIGI. Sistematización de experiencias.	

No. Parcela	I26-4-2
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/ Chicamán.
Finca/Aldea/Comunidad	Nueva Jerusalén
Propietario	En Boletas está a nombre de Marleny Cordón en Mirasilv está a nombre de Gilberto Javiel.
X (GTM, WGS84)	472120
Y (GTM, WGS84)	1711888
Elevación (msnm)	La base General no cuenta con esta información.
Observaciones de datos descriptivos	
En MIRASILV esta información al igual que muchos datos de parcelas las coordenadas son las mismas para todas, es importante tener datos claros de forma que facilite el acceso y hallazgo de la información en campo.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Ultima digitalización el 25 de septiembre del 2014. La Ubicación de esta parcela es en el municipio de Chicamán. No hubo medición 2016.	

No. Parcela	I26-14-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/ Ixcán
Finca/Aldea/Comunidad	Finca San Juan la 15
Propietario	Néstor Zamora
X (GTM, WGS84)	
Y (GTM, WGS84)	
Elevación (msnm)	
Observaciones de datos descriptivos	
Al igual que las demás parcelas la Base General de Datos ésta parcela no cuenta con información biofísica de campo.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Si hubo medición año 2016 (No se encuentra boleta 2016). No ha sido ingresada la medición 2017 debido a error en datos de Altura por falta de insumos en campo. Fue ingresado a -MIRASILV- hasta el año 2016.	

No. Parcela	I26-11-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Finca/Aldea/Comunidad	Finca Cari
Propietario	Mauricio Mejía
X (GTM, WGS84)	459730
Y (GTM, WGS84)	1770055
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
Al igual que las demás parcelas la Base General de Datos ésta parcela no cuenta con información biofísica de campo. Las coordenadas en MIRASILV, no concuerdan con Base General de datos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Digitalizado hasta 8 de noviembre del 2013. No hubo remediación 2016.	

No. Parcela	I26-12-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Punto Chico
Propietario	Juan Co
X (GTM, WGS84)	469332
Y (GTM, WGS84)	1775884
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
No cuenta con información de datos biofísicos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
No hubo medición 2015 ni 2016. Digitalizado hasta 9 de noviembre del 2017.	

No. Parcela	I26-12-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Punto Chico
Propietario	Juan Co
X (GTM, WGS84)	469332
Y (GTM, WGS84)	1775884
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
No cuenta con información de datos biofísicos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
No hubo medición 2015 ni 2016. Digitalizado hasta 9 de noviembre del 2014.	

No. Parcela	I26-12-2
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Punto Chico
Propietario	Juan Co
X (GTM, WGS84)	467887
Y (GTM, WGS84)	1777428
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
No cuenta con información de datos biofísicos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
No hubo medición 2016. Digitalizado hasta 9 de noviembre del 2014.	

No. Parcela	I26-14-2
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Finca San Juan la 15
Propietario	Nestor Zamora
X (GTM, WGS84)	467887
Y (GTM, WGS84)	1777428
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
No cuenta con información de datos biofísicos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
No se realizó medición 2016, pero si 2017 junto al departamento de investigación del INAB. No se ha logrado determinar medición de alturas.	

No. Parcela	I26-14-4
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Finca San Juan la 15
Propietario	Nestor Zamora
X (GTM, WGS84)	464214
Y (GTM, WGS84)	1769208
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
No cuenta con información de datos biofísicos. Las coordenadas son distintas a las boletas tomadas el año 2017. Existen parcelas que ya no visualiza la pintura. Corroborar coordenadas tomadas el año 2017 con la Base de datos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que no se realizó medición 2016, pero si 2017 junto al departamento de investigación del INAB. No se ha logrado determinar medición de alturas debido a que se utilizó método de medición y los datos no concuerdan con mediciones anteriores.	

No. Parcela	I26-14-3
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Finca San Juan la 15
Propietario	Nestor Zamora
X (GTM, WGS84)	464264
Y (GTM, WGS84)	1769278
Elevación (msnm)	200
Observaciones de datos descriptivos	
No cuenta con información de datos biofísicos. Las coordenadas son distintas a las boletas tomadas el año 2017. Existen parcelas que ya no visualiza la pintura. Corroborar coordenadas tomadas el año 2017 con la Base de datos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
No se realizó medición 2016, pero si 2017 junto al departamento de investigación del INAB. No se ha logrado determinar medición de alturas.	

No. Parcela	I26-15-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Federación/Aldea/Comunidad	Federación Integral de Comercialización de Cooperativas
Propietario	Federación Integral de Comercialización de Cooperativas de Ixcán
X (GTM, WGS84)	467539
Y (GTM, WGS84)	1772921
Elevación (msnm)	225
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa, en mapa de distribución de puntos Playa Grande Ixcán esta parcela se encuentra del lado de Salacuim, apartado de Playa Grande.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que no se realizó medición 2016, pero si 2017 junto al departamento de investigación del INAB. No se ha logrado determinar medición de alturas debido a que se utilizó método de medición y los datos no concuerdan con mediciones anteriores.	

No. Parcela	I26-17-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Parcela No. 49
Propietario	Héctor Beb Caal
X (GTM, WGS84)	468753
Y (GTM, WGS84)	1774137
Elevación (msnm)	211
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016 y ya fue tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-16-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Finca/Aldea/Comunidad	Santa Rita
Propietario	Pablo Beb
X (GTM, WGS84)	468855
Y (GTM, WGS84)	1774240
Elevación (msnm)	220
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016 y ya fue tabulada en Mirasilv. Se realizó remediación 2017 junto al departamento de investigación del INAB y DIGI.	

No. Parcela	I26-17-2
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Parcela No. 49
Propietario	Héctor Beb Caal
X (GTM, WGS84)	468500
Y (GTM, WGS84)	1774077
Elevación (msnm)	211
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016 y ya fue tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-18-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Parcela No. 7
Propietario	Roberto Quej
X (GTM, WGS84)	468280
Y (GTM, WGS84)	1774318
Elevación (msnm)	223
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016 y ya fue tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-19-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Abel Hernández Lucero
Propietario	Abel Hernández Lucero
X (GTM, WGS84)	461781
Y (GTM, WGS84)	1757826
Elevación (msnm)	230
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, no ha sido tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-20-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Ernesto Moran Quej
Propietario	Ernesto Moran Quej
X (GTM, WGS84)	467806
Y (GTM, WGS84)	1773182
Elevación (msnm)	225
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, no ha sido tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-21-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Marcelo Hernandez Paxtor
Propietario	Marcelo Hernandez Paxtor
X (GTM, WGS84)	460539
Y (GTM, WGS84)	1769374
Elevación (msnm)	210
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, no ha sido tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-22-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Abel Arnoldo Rios Santizo
Propietario	Abel Arnoldo Rios Santizo
X (GTM, WGS84)	471880
Y (GTM, WGS84)	1773006
Elevación (msnm)	186
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, no ha sido tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-23-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Cesario Cruz Gabriel
Propietario	Cesario Cruz Gabriel
X (GTM, WGS84)	465378
Y (GTM, WGS84)	1770302
Elevación (msnm)	217
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, no ha sido tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-24-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Marcos Garcia Soc
Propietario	Marcos Garcia Soc
X (GTM, WGS84)	467167
Y (GTM, WGS84)	1769122
Elevación (msnm)	215
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, ya fue tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-26-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Emilio Mejia Gonzales
Propietario	Emilio Mejia Gonzales
X (GTM, WGS84)	459541
Y (GTM, WGS84)	1770200
Elevación (msnm)	170
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela activa de 1000 metros cuadrados. Si cuenta con datos biofísicos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Si hubo medición 2016 sin embargo no ha sido tabulado en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-25-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Parcela/Aldea/Comunidad	Maria Guanche Lajuj
Propietario	Maria Guanche Lajuj
X (GTM, WGS84)	469356
Y (GTM, WGS84)	1764837
Elevación (msnm)	210
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela Activa de 1000 metros cuadrados.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Parcela Activa en la que se realizó medición 2016, no ha sido tabulada en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-27-1
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	Tereza Tun Pirir
Propietario	Emilio Mejia Gonzales
X (GTM, WGS84)	459541
Y (GTM, WGS84)	1770200
Elevación (msnm)	170
Observaciones de datos descriptivos	
Parcela activa de 1000 metros cuadrados. Si cuenta con datos biofísicos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Si hubo medición 2016 sin embargo no ha sido tabulado en Mirasilv.	

No. Parcela	I26-10-2
Región/Subregión	II-6
Departamento/Municipio	Quiché/Ixcán
Aldea/Comunidad	El Peñón
Propietario	Rubencio Santos
X (GTM, WGS84)	472374.47
Y (GTM, WGS84)	1772711.89
Elevación (msnm)	175
Observaciones de datos descriptivos	
Al igual que las demás parcelas la Base General de Datos ésta parcela no cuenta con información biofísica de campo. Las coordenadas en MIRASILV, no concuerdan con Base General de datos.	
Observaciones base de datos dasométrica	
Digitalizado hasta 8 de noviembre del 2013. No hubo remediación 2016.	

Fuente: Base de datos de parcelas permanentes de medición forestal Mirasilv, 2017.

En el Cuadro 29 se presenta la descripción de proyectos pendientes de remediación 2,016 en la aldea Salacuim ubicado en el municipio de Cobán. Estas parcelas son administradas por técnicos del INAB de la Eco-región II-7. Esta Eco-región fue otorgada a la Sub-región II-6 Playa Grande Ixcán a partir del año 2017 como parte de su jurisdicción.

Cuadro 29. Parcelas pendientes de medición 2016 Eco-región Lachuá, Salacuim.

Código parcelas No medidas 2016	Nombre de Finca	Nombre de propietario	X	Y
I27-1-1	San Benito	Juan Cuz Xol	487830	1764724
I27-4-1	San Jose Icbolay	Varios propietarios	491241	4176368
I27-6-1	Las Tortugas	Secundino caal	489572.0696	1765764.656
I27-15-1	Salina nueve Cerros	Municipalidad de Cobán	489497	1767394
I27-15-2	Salina nueve Cerros	Municipalidad de Cobán	489580	1767434
I27-17-1	Jose Maria Prado	Jose Maria Prado	477882	1752806
I27-2-1	San Benito	Juan Cuz Xol	487885.5741	1764344.937
I27-22-1	Rocja Puriba	Paul Pop	475519	1745965
I27-23-1	Rocja Puriba	Maximiliano Pop	475845	1746851
I27-24-1	Patate, Icbolay	Roberto Coronado	487019	1743098
I27-35-1	Fabio Jesus Ical Xo	Fabio Jesus Ical Xo	491467	1761977
I27-36-1	Rosalio Botzoc	Rosalio Botzoc	474585	1757382
I27-37-1	Pedro Maquin	Pedio Maquin	517147	1772965
I27-38-1	Matilde Tiul Botzoc	Matilde Tiul Botzoc	501303	1765986
I27-40-1	Emilio Caal	Emilio Caal	501733	1756744
I27-7-1	Rocja Pontila	Miguel Macz Choc	489038.5216	1753491.824
I27-8-1	Rocja Pontila	Francisco Yat	488528	1753983
I27-9-1	Rocja Pontila	Arnoldo Caal	488165.0063	1753325.339

En el cuadro 30 se observan los proyectos digitalizados en Mirasilv de parcelas de la Ecorregión Lachua, Cobán.

Cuadro 30. Parcelas digitalizadas, Ecorregión Lachua, 2016.

Código parcela medidas 2016	Resultados
I27-27-3	(DIGITALIZADO)
I27-30-1	(DIGITALIZADO)
I27-33-1	(DIGITALIZADO)
I27-20-1	(DIGITALIZADO)
I27-21-1	(DIGITALIZADO)
I27-25-1	(DIGITALIZADO)
I27-26-1	(DIGITALIZADO)
I27-28-1	(DIGITALIZADO)
I27-32-1	(DIGITALIZADO)
I27-31-1	(DIGITALIZADO)
I27-39-1	(DIGITALIZADO)
I27-5-1	(DIGITALIZADO)
I27-16-1	(DIGITALIZADO)
I27-18-1	(DIGITALIZADO)
I27-14-1	(DIGITALIZADO)
I27-13-1	(DIGITALIZADO)
I27-10-1	(DIGITALIZADO)
I27-11-1	(DIGITALIZADO)
I27-19-1	(DIGITALIZADO)
I27-28-2	(DIGITALIZADO)
I27-34-1	(DIGITALIZADO)
I27-2-1	(DIGITALIZADO).

En el Cuadro 31 se muestra la información de los proyectos pendientes de medición años 2,016 y 2,017.

Cuadro 31. Parcelas pendientes de medición Subregión II-6, Playa Grande Ixcán, 2016 y 2017

Código de parcela	Nombre de Finca	Propietario	X	Y
I26-1-1	Finca Virginia	Félix Sut	468613	1771769
I26-13-1	El Peñón	Rubencio Zepeda Santos	464396	1769180
I26-4-2	Nueva Jerusalén	Marleny Cordón	472120	1711888
I26-11-1	Finca Cari	MAURICIO MEJIA	459730	1770055
I26-12-1	Punto Chico	Juan Co	469332	1775884
I26-12-2	Punto Chico	Juan Co	467887	1777428
I26-17-1	Parcela No.49	Héctor Alfonzo bep Caal	468753	1774137
I26-19-1	Abel Hernández Lucero	Abel Hernández Lucero	461781	1757826
I26-20-1	Ernesto Moran Quej	Ernesto Moran Quej	467806	1773182
I26-21-1	Marcelo Hernández Paxtor	Marcelo Hernández Paxtor	460539	1769374
I26-22-1	Abel Arnoldo Ríos Santizo	Abel Arnoldo Ríos Santizo	471880	1773006
I26-23-1	Cesario Cruz Gabriel	Cesario Cruz Gabriel	465378	1770302
I26-25-1	María Guanche Lajuj	María Guanche Lajuj	469356	1764837
I26-29-1	Domingo Luis Jiménez	Domingo Luis Jiménez	464355	1768766
I26-32-1	Lucía Cano Argueta	Lucía Cano Argueta	464001	1762668
I26-32-2	Lucía Cano Argueta	Lucía Cano Argueta	463889	1762483
I26-36-1	Manuel de Jesús Jiménez López	Manuel de Jesús Jiménez López	474442	1773084
I26-4-1	Nueva Jerusalén	Marleny Cordón	472358	1771980
I26-5-1	Nuevas Ilusiones	Manuel Inés Ayala Arue	477445	1773982
I26-5-2	Nuevas Ilusiones	Manuel Ines Ayala Arue	477490	1773971
I26-6-1	Cari	Rumualdo Lopez Surap	459307	1768425
I26-7-2	Atlantida	Nicolas Eladio Laj Caal	461724	1775469
I26-8-1	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia	471019	1743480
I26-8-2	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia	471014	1743164
I26-8-3	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia	471044	1742996
I26-8-4	Cooperativa La Resistencia	Cooperativa La Resistencia	470859	1742639

En el Cuadro 32 se describen las parcelas digitalizadas durante el servicio. La medición fue del año 2,016 para la subregión II-6 en Playa Grande Ixcán, pendiente de ser ingresado a la base.

Cuadro 32. Parcelas digitalizadas Playa Grande, Ixcán 2016

Código de parcelas medidas 2016	Resultados
I26-15-1	(DIGITALIZADO)
I26-30-1	(DIGITALIZADO)
I26-31-1	(DIGITALIZADO)
I26-33-1	(DIGITALIZADO)
I26-37-1	(DIGITALIZADO)
I26-34-1	(DIGITALIZADO)
I26-29-1	(DIGITALIZADO)
I26-16-1	(DIGITALIZADO)
I26-17-2	(DIGITALIZADO)
I26-18-1	(DIGITALIZADO)
I26-24-1	(DIGITALIZADO)
I26-28-1	(DIGITALIZADO)
I26-27-2	(DIGITALIZADO)
I26-27-1	(DIGITALIZADO)

En el Cuadro 33 se observan las parcelas remedidas y digitalizadas en los meses de marzo y mayo en la Subregión II-6 Playa Grande Ixcán departamento de Quiché.

Cuadro 33. Parcelas remedidas y digitalizadas del año 2017, Playa Grande Ixcán.

Código de parcelas medidas 2017	Resultados
I26-14-4	(DIGITALIZADO)
I26-14-3	(DIGITALIZADO)
I26-14-2	(DIGITALIZADO)
I26-14-1	(DIGITALIZADO)
I26-10-2	(DIGITALIZADO)
I26-11-2	(DIGITALIZADO)
I26-9-1	(DIGITALIZADO)
I26-16-1	(DIGITALIZADO)
I26-7-1	(DIGITALIZADO)
I26-35-1	(DIGITALIZADO)
I26-27-1	(DIGITALIZADO)
I26-26-1	(DIGITALIZADO)

3.4.1.6. Evaluación

Se evaluó un total de 87 parcelas permanentes de medición forestal, 49 PPMF monitoreadas por la subregión II.6, Playa Grande Ixcán y 38 PPMF para la eco-región II-7 Salacumi, Cobán. La base general de PPMF resguarda información de fincas monitoreadas hasta el año 2,016. La base de datos maneja variables dasométricas, variables climáticas, variables edáficas, así como variables propias del terreno. Mucha de esta información no había sido actualizada a causa de la cantidad de parcelas que se maneja a nivel nacional la cual se ha ido acumulando, quedando pendiente el ingreso de algunas boletas e información faltante en las mismas.

Se realizó observaciones de 30 PPMF con incongruencias en la región II-6. Se digitalizó 48 PPMF para la subregión II-6 y II-7, del año 2016 y 2017 pendientes de ingreso a la base de datos Mirasilv.

3.4.2. ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS PERMANENTES DE MONITOREO FORESTAL CON PRESENCIA DE ESPECIE NATIVAS EN LA SUBREGIÓN III-1 INAB; MORALES, IZABAL, SUBREGIÓN II-7 ALDEA TELEMAN MUNICIPIO DE PANZOS, ALTA VERAPAZ Y SUBREGIÓN II-1 TACTIC, ALTA VERAPAZ.

3.4.2.1. Descripción del servicio

Se establecieron 8 PPMF en el departamento de Izabal y 4 PPMF en el departamento de Alta Verapaz. Los viáticos fueron brindados por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El establecimiento de estas parcelas contribuye en el enriquecimiento de la base de datos de PPMF brindando datos dasométricos, variables del terreno y de manejo de especies nativas en plantación.

3.4.2.2. Definición del problema

La Sub-región III-1 ubicada en Morales Izabal contaba con 40 PPMF activas, sin embargo, para el año 2017 se redujeron a 30 parcelas. La causa de la inactividad de estas parcelas se debe a la actual invasión de las fincas Tablitas ubicadas en el municipio de El Estor departamento de Izabal, en efecto fueron descartadas de la base de datos.

Dentro de las fincas Tablitas se encontraban 8 parcelas con presencia de especies nativas de alto valor comercial donde se monitoreaban las especies de *Dalbergia stevensonii* Standl; *Swietenia macrophylla* King; *Tabebuia donnell-smithii* Rose; *Calophyllum brasiliense* Cambess; y *Vochysia guatemalensis* Donn Sm.

A raíz de dicho problema surge la iniciativa del establecimiento de 9 nuevas parcelas con diversidad de especies nativas en los municipios de Livingston y Los Amates, Izabal. Así mismo fueron establecidas 4 parcelas de monitoreo con presencia de especies nativas en la cuenca del Río Polochic.

3.4.2.3. *Objetivos Específicos*

Establecer Parcelas Permanentes de Medición Forestal con presencia de especies nativas de alto valor comercial.

Generar información para la base de datos de la Red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal.

3.4.2.4. *Metodología*

1. Existe muy poca información relacionada con especies nativas en la región de Izabal, y cuenca del Río Polochic y la mayor cantidad de información generada en PPMF es de especies exóticas como teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) debido a la alta demanda en el mercado internacional, rápida adaptación al sitio y crecimiento acelerado, se priorizaron plantaciones con presencia de especies nativas.
2. En la dirección de incentivos forestales INAB Central, se consultó información de base de datos de plantaciones en Izabal y cuenca del río Polochic
3. El criterio de selección de PPMF fue priorizar sitios donde hubiera presencia de especies arbóreas nativas en distintas composiciones, sean estas mixtas o puras y cuyas edades fueran superiores a 5 años, en estado de desarrollo juvenil de la plantación.
4. Posterior a la selección de la muestra se comunicó con la Subregiones en Morales Izabal y municipios de Alta Verapaz. Se programó fecha de visita de campo y organización con encargados y propietarios de fincas.

5. En campo se establecieron parcelas de 1000 m² para Izabal y parcelas de 500 m² en valle de Polochic, marcando esquineros y enumerando cada árbol de la parcela con aerosol como se observa en la Figura 25.



Figura 25. Marcaje de esquineros y árboles dentro de PPMF.

6. Las boletas de descripción de la finca, descripción del experimento, descripción de la parcela y la boleta de medición de árboles en pie fueron utilizadas para la creación de proyectos, sumándose al monitoreo de la red de PPMF. Dichas boletas fueron escaneadas y enviadas a las Subregiones III-1 Morales Izabal, II-1 Tactic y II-7 Telemán, Alta Verapaz.

3.4.2.5. Resultados

En el cuadro 34 se muestra los resultados de la comisión al departamento de Izabal.

Cuadro 34. Actividades de la comisión agosto 2017, FAUSAC-INAB-DIGI.

Fecha	Resultados
Lunes 21 agosto, 2017	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación con propietarios de fincas con registro de la base de datos de plantaciones forestales hasta el año 2016.
Martes 22 de agosto, 2017	<ul style="list-style-type: none"> - Visita a dos parcelas, propiedad de Richard Bronson en finca Río Seja ubicada en Livingston Izabal. - Establecimiento de Parcela Permanente de Medición Forestal y primera medición de 1 parcelas de 1000 metros cuadrados en plantación pura de Conacaste <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (jacq.) Griseb. - Establecimiento de Parcela Permanente de Medición Forestal y primera medición de 1 parcelas de 1000 metros cuadrados en plantación mixta de Jocote fraile (<i>Astronium graveolens</i> jacq) Palo blanco (<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose) y conacaste <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (jacq.) Griseb.
Miércoles 23 de agosto, 2017	<ul style="list-style-type: none"> - Visita a finca Las Flores a 5 kilómetros de la aldea Seja. Propietario, Federico Flores. Se realizó entrevista a encargado de finca Don Héctor Hernández. - Se estableció una parcela de 1000 metros cuadrados y midió por vez primera árboles de San Juan (<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn Sm.), Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.), Laurel (<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken), cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.), caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King) entre edades de 10 a 15 años. Se documentó la ecología de las especies, midió pendiente, posición topográfica y otras variables en campo.

<p>Jueves 24 de agosto, 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de 1 parcela mixta de palo blanco (<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose), Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King), Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess), rosul (<i>Dalbergia stevensonii</i> Standl). - Establecimiento y primera medición de parcela mixta de San Juan (<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn Sm.), Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess). No se realizó entrevista debido a que el administrador es nuevo empleado de la finca. (Se contactará con propietaria para sistematización de experiencia).
<p>Viernes 25 de agosto, 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de tres Parcelas Permanentes de Medición Forestal en distintos arreglos. Plantación mixta de jocote fraile (<i>Astronium graveolens</i> Jacq), rosul (cocobolo) (<i>Dalbergia retusa</i>), cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.), caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King) en asocio con cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en Hacienda Río Dulce de Richard Bronson ubicado en Livingston a 5 km de la carretera a Morales.

Para este punto se presenta una lista de fotografías de la boleta de una PPMF establecida en el municipio de Livingston en Izabal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 1. BOLETA DE DESCRIPCIÓN DE LA FINCA**

Código de país: **GT** Código del proyecto: **1311** No. serial del experimento: **2010**
 Número de la Región-Finca: **211-002** Número total de parcelas: **112**
 Nombre de la finca: **Hacienda Buja, Sula** Nombre del propietario: **Richard Brownson**
 Tipo de propietario: **1**
 Ubicación de la finca al pueblo o lugar poblado más cercano (distancia aproximada en km): **5 km del Departamento de El Progreso**
 Localización política (Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, etc.): **Municipio de El Progreso, Departamento de El Progreso**
 Coordenadas GIM X: **660218** Y: **1731632**
 Evolución: **28** msnm Pendiente promedio (%): **20**
 Código de suelo: **28** msnm
 Frecuencia de heladas: **1**
 Cantidad de meses secos: **1**
 Área de la finca (ha): **112** Área de plantación forestal (ha): **112**
 Contacto en finca para coordinar mantenimiento del (os) experimento (E):
 Nombre: **Guan Brownson** Cargo: **Administrador** Número de teléfono:
 Notas: **Plantación Buja de Cacahal + "Albergia retusa" FAM. Leguminosas. Labor ardua, se nota que planta raíces por espaciamiento. A un costado Cacahal + SAF (caca).**

**Modificado de Form. 1 de MIRA-SILV, CATE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Figura 26. Boleta de descripción de la finca.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 2. BOLETA DE DESCRIPCIÓN DE EXPERIMENTO**

Código de país: **GT** Código del proyecto: **1311** No. serial del experimento: **2010**
 Número de la Región-Finca: **211-002** Número total de parcelas: **112**
 Código del tipo de experimento: **1** Número total de repeticiones: **112**
 Código de estado del experimento: **1** Área del rodal (ha): **112**
 Fecha de inicio de evaluación del experimento (dd-mm-aaaa): **25-08-2017**
 Duración esperada del experimento (años): **10** Número total de parcelas del experimento: **112**
 Eliminación de la vegetación: **1**
 Código del método de preparación del suelo antes de la plantación: **1**
 Método de establecimiento de la plantación: **1**
 Código de tipo de vegetación utilizado en la plantación: **1**
 Código de material vegetal utilizado en la plantación: **2**
 Código de topografía: **2**
 Fertilización durante la plantación: **2**
 Cantidad de fertilizante: **1** Fecha de fertilización: **1**
 Unidad de aplicación del fertilizante: **1**
 Método de aplicación del fertilizante: **1**
 Notas: **Suave labor plástica**

**Modificado de Form. 2 de MIRA-SILV, CATE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Figura 27. Boleta de descripción del experimento.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 3. BOLETA DE CROQUIS DEL EXPERIMENTO**
(El croquis debe incluir la ubicación de las parcelas del experimento)

Código de país: **GT** Código del proyecto: **1311** No. serial del experimento: **2010**
 Número de la Región-Finca: **211-002** Número serial del rodal dentro de la finca: **112**
 Código de la Especie: **DALBARE**

Esquema del experimento, de acuerdo al diseño en el campo, con orientación al norte

Coordinadas GIM X: **660218** Y: **1731632**

Eventos o sucesos dentro de la parcela como ruidos, podas, incendios, etc. (Indicar fechas e intensidad):
1. Ladera. FERTILIZANTE CONSULTAS A DON

**Modificado de Form. 3 de MIRA-SILV, CATE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Figura 29. Boleta de croquis del experimento.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 4. BOLETA DE DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA**

Código de país: **GT** Código del proyecto: **1311** No. serial del experimento: **2010**
 Número serial de la Parcela: **011** Número serial del rodal dentro de la finca: **112**
 Código de la parcela: **1311-10-11** Número serial de repeticiones: **112**
 Especie de la parcela: **DALBARE** Número de árboles originales en la parcela: **112**
 Fecha de establecimiento de la plantación (dd-mm-aaaa): **25-08-2017**
 Espaciamiento (cm): **300 x 360** Pendiente promedio de la parcela (%): **20**
 Área de la parcela: **11000** Unidad: 1m², 2m²
 Nombre del rodal o número de espaciamiento de INAFOR: **112**
 Número de comitativo de nota de control de plantas o de semilla: **1**
 Banco o entidad que suministra la semilla: **1**
 Código de frecuencia de inundaciones: **1**
 Código de drenaje superficial: **1**
 Código de pedregosidad superficial: **1**
 Código de aspecto geográfico o exposición de la parcela: **1**
 Código de emisión: **1**
 Clase taxonal: **FBA**
 Clasificación de suelo de acuerdo con Carta o tabla de Cultivos de Suelo (MIRSI): **1**
 Nota: Diferencia al plantar: **1**
 Coordinadas GIM X: **660218** Y: **1731632**
 Eventos o sucesos dentro de la parcela como ruidos, podas, incendios, etc. (Indicar fechas e intensidad):
1. Ladera. FERTILIZANTE CONSULTAS A DON

**Modificado de Form. 4 de MIRA-SILV, CATE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Figura 28. Boleta de descripción de la parcela

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL
Formulario 6. BOLETA DE MEDICIÓN DE ÁRBOLES EN PIE**

Código de país: GT Código del proyecto: 131 No. serial del experimento: 0010
 Número serial de la Parcela: 001 Número serial del árbol dentro de la finca: 001
 Número de la Región-Arca: 01-0002 Nombre de la finca: Hacienda Río Seja
 Código de la parcela: 01-0002-001 Número serial de repeticiones: 01 Adquirir cara (S):
 Fecha de medición: 20080117 No. de árboles vivos: 050
 Dimensional del DAP (1 metro y 2cm) 3 Dimensional de Altura (1 metro y 2cm) 1 Tipo de código: Asignar P (DAP)
 Nombres de anotadores: Adrian Borch

Arbol No.	SE No.	DAP	Altura total	Grupo forma y tamaño (cm)	Cod. especie/nom.	Arbol No.	Eje No.	ABUG total	Grupo forma y tamaño (cm)	Cod. especie/nom.
1	19.0	12.4	12.4	1	DALBAE	43	11.3	11.3	1	DALBAE
2	18.8	18.5	18.5	1	DALBAE	54	26.4	26.4	1	DALBAE
3	18.4	18.35	18.35	1	DALBAE	28	15.8	15.8	1	DALBAE
4	18.4	18.3	18.3	1	DALBAE	26	15.7	15.7	1	DALBAE
5	23.8	26.6	26.6	1	DALBAE	37	19.1	19.1	1	DALBAE
6	18.4	9.73	9.73	1	DALBAE	57	15.5	15.5	1	DALBAE
7	18.4	12	12	1	DALBAE	18	9.8	9.8	1	DALBAE
8	18.4	16.35	16.35	1	DALBAE	42	26.5	26.5	1	DALBAE
9	18.4	11.35	11.35	1	DALBAE	41	9.9	9.9	1	DALBAE
10	18.4	11.35	11.35	1	DALBAE	43	9.9	9.9	1	DALBAE
11	18.4	18.5	18.5	1	DALBAE	43	18.5	18.5	1	DALBAE
12	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE	44	9.8	9.8	1	DALBAE
13	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE	45	9.7	9.7	1	DALBAE
14	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE	46	26.8	26.8	1	DALBAE
15	18.4	18.5	18.5	1	DALBAE	47	19	19	1	DALBAE
16	18.4	10.75	10.75	1	DALBAE	48	15.6	15.6	1	DALBAE
17	18.4	6.45	6.45	1	DALBAE	49	21.4	21.4	1	DALBAE
18	18.4	10.35	10.35	1	DALBAE	50	8.7	8.7	1	DALBAE
19	22.9	10.5	10.5	1	DALBAE					
20	18.4	11.35	11.35	1	DALBAE					
21	18.4	14.5	14.5	1	DALBAE					
22	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
23	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
24	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
25	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
26	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
27	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
28	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
29	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
30	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
31	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
32	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
33	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
34	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
35	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
36	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
37	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
38	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
39	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
40	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
41	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
42	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
43	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
44	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
45	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
46	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
47	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
48	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
49	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
50	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
51	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
52	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
53	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
54	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
55	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
56	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
57	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
58	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
59	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					
60	18.4	12.5	12.5	1	DALBAE					

Código para forma y defectos del fuste: 1-Ciclo de zorro, 2-Inflojo aliso, 3-Inflojo aliso, 4-Inflojo aliso, 5-Inflojo aliso, 6-Inflojo aliso, 7-Inflojo aliso, 8-Inflojo aliso, 9-Inflojo aliso, 10-Inflojo aliso, 11-Inflojo aliso, 12-Inflojo aliso, 13-Inflojo aliso, 14-Inflojo aliso, 15-Inflojo aliso, 16-Inflojo aliso, 17-Inflojo aliso, 18-Inflojo aliso, 19-Inflojo aliso, 20-Inflojo aliso, 21-Inflojo aliso, 22-Inflojo aliso, 23-Inflojo aliso, 24-Inflojo aliso, 25-Inflojo aliso, 26-Inflojo aliso, 27-Inflojo aliso, 28-Inflojo aliso, 29-Inflojo aliso, 30-Inflojo aliso, 31-Inflojo aliso, 32-Inflojo aliso, 33-Inflojo aliso, 34-Inflojo aliso, 35-Inflojo aliso, 36-Inflojo aliso, 37-Inflojo aliso, 38-Inflojo aliso, 39-Inflojo aliso, 40-Inflojo aliso, 41-Inflojo aliso, 42-Inflojo aliso, 43-Inflojo aliso, 44-Inflojo aliso, 45-Inflojo aliso, 46-Inflojo aliso, 47-Inflojo aliso, 48-Inflojo aliso, 49-Inflojo aliso, 50-Inflojo aliso, 51-Inflojo aliso, 52-Inflojo aliso, 53-Inflojo aliso, 54-Inflojo aliso, 55-Inflojo aliso, 56-Inflojo aliso, 57-Inflojo aliso, 58-Inflojo aliso, 59-Inflojo aliso, 60-Inflojo aliso.

Figura 30. Boleta de medición de árboles en pie



Figura 31. Apoyo de personal técnico de la Sub región INAB III-1, Izabal. Medición de diámetro a la altura del pecho y marcaje en la Finca Río Seja, municipio de Livingston.



Figura 32. Equipo de trabajo comisión agosto 2017. Establecimiento de PPMF en plantación mixta de jocote fraile (*Astronium graveolens jacq.*), cedro (*Cedrela odorata L.*), caoba del sur (*Swietenia macrophylla King*), teca (*Tectona grandis*).

En el Cuadro 35 se observan los resultados de la octava comisión de campo realizada en la cuenca del río Polochic al sur del departamento de Alta Verapaz en donde se establecieron y remidieron 6 parcelas de monitoreo forestal.

Cuadro 35. Actividades de la comisión cuenca del Río Polochic FAUSAC-INAB-DIGI.

Fecha	Resultados
Martes 03 de octubre, 2017	<ul style="list-style-type: none"> - Visita a una parcela, propiedad de Christ Dreguer en finca La Constancia, ubicada en Panzós, Alta Verapaz. - Establecimiento y primera medición de 1 PPMF de 500 metros cuadrados en un sistema agroforestal con especies mixtas; caoba de hoja grande (<i>Swietenia macrophylla K</i>), rosul (<i>Dalbergia stevensonii Standl</i>), palo blanco (<i>Tabebuia donnel-smithii Rose</i>), caoba de hoja pequeña (<i>Swietenia humilis Zuccarini</i>) y laurel (<i>Cordia alliodora (Ruiz&Pav)</i>)

	<p>El sistema agroforestal asociaba cacao (<i>Theobroma cacao</i>), vainilla (<i>Vainilla planifolia</i>), piña (<i>Ananas comosus</i>) y naranja (<i>Citrus sp.</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> - En esta parcela se realizó entrevista al encargado de la finca; el señor Marcos Tut Ical y llenado de boletas.
<p>Miércoles 04 de octubre, 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Visita a finca El porvenir, en el municipio de Panzós, Propiedad de la sociedad anónima Calck'e. Se realizó entrevista al presidente de la sociedad, el Sr. Lorenzo de origen canadiense. - Establecimiento y primera medición de 1 Parcela Permanente de Medición Forestal de 500 metros cuadrados en un sistema agroforestal con especies mixtas; palo blanco (<i>Tabebuia donnel-smithii</i>) y laurel (<i>Cordia alliodora</i>). El sistema agroforestal asociaba cacao (<i>Theobroma cacao</i>).
<p>Jueves 05 de octubre, 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de 1 parcela mixtas en el municipio de Senahú en la hidroeléctrica Secacao - Establecimiento de primera parcela; primera medición de parcela mixta de 500 metros cuadrados, con especies de palo blanco (<i>Tabebuia donnell-smithii</i>) y caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>). - Se realizó entrevista al ingeniero Roberto encargado de la división forestal de la hidroeléctrica.

Viernes 06 de octubre, 2017	<ul style="list-style-type: none">- Establecimiento de segunda parcela; primera medición de parcela mixta de 500 metros cuadrados, con especies de palo blanco (<i>Tabebuia donnell-smithii</i>) y cedro (<i>Cedrela odorata</i> L).
Sábado 07 de octubre, 2017	<ul style="list-style-type: none">- Encuentro con el técnico Ricardo Oliva de la sub región II-1 (Tactic) en la finca GUAXPOM, ubicada en el municipio de Tukurú a las 8:30 de la mañana.- Remedición de 1 parcela permanente de medición forestal con una especie (pura) de cedro (<i>Cedrela odorata</i>).



Figura 33. PPMF de 500 metros cuadrados en un sistema agroforestal finca la Constancia, Panzos, Alta Verapaz.

La figura anterior muestra un Sistema agroforestal con especies mixtas; caoba de hoja grande (*Swietenia macrophylla* K), rosul (*Dalbergia stevensonii* Standl), palo blanco (*Tabebuia donnel-smithii* Rose), caoba de hoja pequeña (*Swietenia humilis* Zuccarini) y laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz&Pav) Oken). El sistema agroforestal asociaba cacao (*Theobroma cacao* L), vainilla (*Vainilla planifolia*), piña (*Ananas comosus*) y naranja (*Citrus* sp).

3.4.2.6. *Evaluación*

La Sub-región III-1 ubicada en Morales Izabal contaba con 40 PPMF activas, sin embargo, para el año 2017 se redijeron a 30 parcelas. La causa de la inactividad de estas parcelas se debe a la actual invasión de las fincas ubicadas en el municipio de El Estor departamento de Izabal, en efecto fueron descartadas de la base de datos.

Se establecieron 9 parcelas con diversidad de especies nativas en los municipios de Livingston y Los Amates en el departamento de Izabal. Así mismo fueron establecidas 4 parcelas de monitoreo con presencia de especies nativas en la cuenca del río Polochic.

3.4.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS Y APOYO A INVESTIGACIÓN “FACTORES EDÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DE SITIO EN PLANTACIONES JÓVENES DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King)” Y REMEDIACIÓN DE PPMF.

3.4.3.1. Descripción del servicio

La investigación titulada “Factores edáficos y topográficos que inciden en la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de caoba (*Swietenia macrophylla*)”. Esta investigación fue financiada por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO) elaborada por la estudiante de la carrera de Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Agronomía Iris María Santos Yanes con apoyo del departamento de investigación del INAB. El apoyo se basa en la recolección de muestras de suelo y recopilación de información en campo de propiedades físicas y químicas del suelo

3.4.3.2. Definición del problema

Partiendo de las calidades de sitio generadas por el departamento de investigación forestal del INAB, el método empleado fue el índice de sitio, en donde la información fue recabada mediante una muestra de la red de PPMF, priorizando plantaciones con calidad de sitio “Alta” establecidos en plantaciones de caoba del Norte (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) beneficiadas por el programa de incentivos forestales del INAB y plantaciones voluntarias.

3.4.3.3. Objetivos Específicos

Obtener información de propietarios de finca.

Recolectar información en plantaciones de cedro y caoba.

Remedir PPMF en plantaciones de cedro y caoba y otras especies nativas.

3.4.3.4. Metodología

Partiendo de las calidades de sitio generadas por el departamento de investigación forestal del INAB, en donde la información fue recabada mediante la red de PPMF. Se priorizaron plantaciones con calidad de sitio "Alta", el factor que se utilizó para determinar la calidad de sitio fue en función del índice de sitio a partir de la altura de los 100 árboles más grandes de cedro y caoba en cada plantación establecida.

Para la recopilación de las variables edáficas en campo se tomaron en cuenta dos propiedades.

- A. Propiedades físicas
- B. Propiedades químicas

Esta división está en función de la naturaleza de la recopilación de información y el procesamiento de la misma. Las propiedades físicas fueron recabadas directamente en campo. Posteriormente, las propiedades químicas fueron diagnosticadas en laboratorio con seguimiento del departamento de investigación del INAB.

las muestras fueron extraídas al centro de la unidad experimental, la cual fue colocada en bolsas de polietileno debidamente identificadas que más adelante fue trasladada al laboratorio para determinar su textura.



Figura 34. Extracción de muestra de suelo.

Se extrajeron las muestras de diferentes puntos al azar en cada una de las parcelas, realizando para el efecto pequeñas calicatas de 50 cm que es la profundidad utilizada en estudios similares.



Figura 35. Calicata para extracción de muestras con fines de investigación forestal.

Se evaluó en campo la pedregosidad superficial según la clasificación propuesta por Tobías (2006), esta clasificación es visual y se realizó en la superficie del área a muestreada siguiendo los siguientes parámetros:

En el cuadro 36, se muestra la clasificación según Tobías (2006), para agrupar la pedregosidad de una forma visual

Cuadro 36. Clasificación de suelos en base a la pedregosidad

Clase 0	Sin piedras o con muy pocas; insuficientes para interferir con la labranza. Las piedras cubren menos del 0.01 % del área.
Clase 1	Moderadamente pedregoso; suficientes piedras para interferir con la labranza, pero sin impedir las labores entre líneas. Las piedras cubren del 0.01 al 0.1 % del área (piedras de 15 a 30 cm. de diámetro, separadas de 10 a 30 metros).
Clase 2	Pedregoso: suficientes piedras para imposibilitar las labores, pero el suelo puede trabajarse para cultivos o pastizales mejorados, si las demás características del suelo son favorables.
Clase 3	Muy pedregoso: suficientes piedras para impedir el uso de máquinas, con excepción de maquinaria ligera o herramientas de mano, siempre que las otras características del suelo sean especialmente favorables para pastizales mejorados. Las piedras cubren del 3 al 15 % del área (piedras del 15 a 30 cm. de diámetro, separadas de 75 a 160 cm.).
Clase 4	Excesivamente pedregoso; suficiente para impedir el uso de toda maquinaria agrícola. Las piedras cubren del 15 al 90 % del terreno. (Piedras de 15 a 30 cm. de diámetro, separadas menos de 75 cm. entre sí).
Clase 5	Terreno ripioso; prácticamente pavimentado con piedras en más del 90 % de la superficie.

Fuente: Tobías, 2006.

Con la ayuda de un cilindro metálico con un volumen conocido fue golpeado con un mazo de goma para poder presionar e introducir el cilindro o anillo para la toma de muestras dentro de la calicata. Una vez clavado completamente, se extrajo el cilindro del suelo, cortando con una herramienta que permitiera eliminar el sobrante del extremo que se ha clavado. Una vez el cilindro estuviera lleno y enrasado en ambos extremos, se colocó la muestra en bolsas plásticas y fue llevado a laboratorio para determinar la densidad aparente. La densidad aparente viene determinada por la relación entre el peso seco obtenido y el volumen correspondiente.



Figura 36. Toma de muestra de suelo con cilindro metálico

Según la revisión bibliográfica en varios estudios similares se determinaron variables topográficas las cuales juegan un papel importante en relación en la calidad de sitio por la influencia que ejerce a través de los siguientes componentes:

A. La pendiente

En cada sitio se tomó la pendiente con ayuda de un clinómetro, clasificándola según los parámetros que propone Tobías, 2006 tal y como se muestra en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Clasificación de pendientes por clases según porcentajes

Clase 1	Llano o casi llano 0 – 2 %
Clase 2	Suavemente inclinado 2 – 6 %
Clase 3	Inclinado 6 – 13 %
Clase 4	Moderadamente escarpado 13 – 25 %
Clase 5	Escarpado 25 – 55 %
Clase 6	Muy escarpado Más del 55 %

Fuente: Tobías, 2006

B. Posición del sitio en el relieve

Se evaluó la posición donde se encuentra la plantación en el relieve sea este en una cima, escarpe o ladera, planicie o en una terraza tal y como se muestra en la Figura 37.

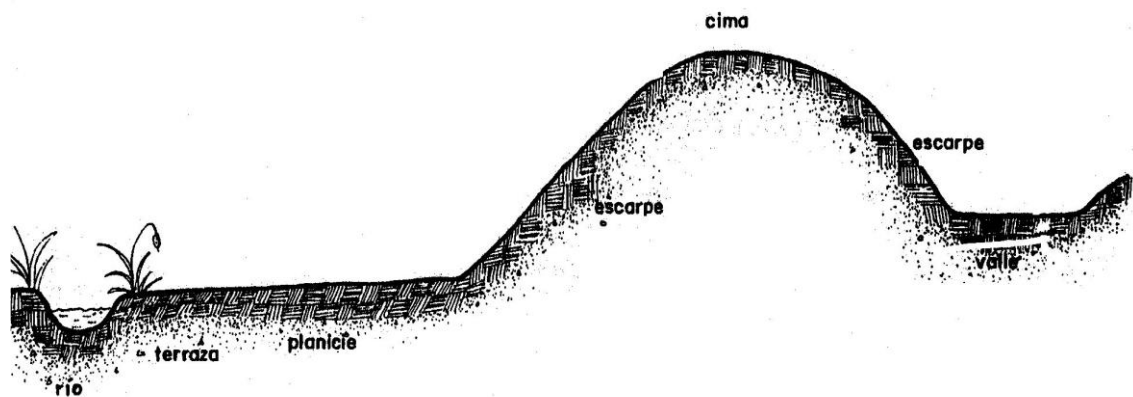


Figura 37. Perfil del terreno mostrando las posiciones del relieve.

3.4.3.5. Metodología para remediación de PPMF

Año con año las diferentes Sub-regiones del INAB realizan el monitoreo de PPMF. Las parcelas permanentes son unidades de muestreo de tamaño variable, en donde se realizan mediciones periódicas accediendo al seguimiento del crecimiento y desarrollo de los árboles por un período largo de años. Estas unidades de muestreo permiten evaluar el rendimiento de las especies y el sitio donde estas se desarrollan.

1. Se remarcaron con aerosol, los árboles, límites y esquineros de parcelas de 500 m² y 1000 m²
2. Con cinta diamétrica se midieron diámetro a la altura del pecho de todos los individuos dentro de la parcela.
3. Se remarcó la altura del pecho con aerosol o placas de aluminio.
4. Con cinta métrica e hipsómetro se midieron las alturas totales del 30 % de los individuos en plantaciones puras y todas las alturas en plantaciones mixtas.
5. Se codificó la forma y defectos del fuste de todos los árboles dentro la parcela.
6. Se evaluó el estado fitosanitario de todos los árboles.
7. Se caracterizó el sitio tomando en consideración la elevación, pendiente, zona de vida, exposición, textura del suelo, pedregosidad, drenaje y otras variables de estudio.
8. Los datos fueron anotados en boletas y pasadas en limpio, escaneadas y enviadas a la subregión como medio de referencia o verificación de información.

3.4.3.6. Resultados

En la Figura 38 se presenta la propuesta de comisiones realizadas en el período de mayo a septiembre del 2,017 en la que se presenta fecha de comisión, lugar de comisión, número de días y monto de viáticos financiados por la DIGI.

USAC TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA USAC - DIGI - FONDO DE INVESTIGACIÓN

CRONOGRAMA DE COMISIONES AÑO 2017

NOMBRE DEL PROYECTO: Caracterización de plantaciones especies nativas tierras bajas del norte
 Numero de Partida Presupuestal del Proyecto: 4.8.63.2.05

Nombre del Coordinador: Ornis Méndez Baij No. Tel: 5704 0234 Correo Electronico: Ornfaiz@usac.edu.gt

Fecha	Motivo de la Comisión	Lugar de Comisión	No. De Personas		Estadia (No. De días)	Viáticos (Valor en Q.)	Transporte (Valor en Q.)	Combustible (Valor en Q.)	Monto Total	Vehículo		
			Investigador(es)	Auxiliar(es)						Oficial	Particular	Otros
21-27/5/17	Muestreo de plantaciones en campo.	Playa Grande, Ixcán	0	Investigador(es)	5.5	Q 2,860.00			Q 2,860.00	X		
			2	Auxiliar(es)								
18-24/6/17	Muestreo de plantaciones en campo.	Senahú, La Tinta, Panzos	0	Investigador(es)	5.5	Q 2,860.00			Q 2,860.00			
			2	Auxiliar(es)								
16-22/7/17	Muestreo de plantaciones en campo.	Fray Bartolomé de las Casas	0	Investigador(es)	5	Q 2,600.00			Q 2,600.00			
			2	Auxiliar(es)								
20-26/8/17	Muestreo de plantaciones en campo.	Izabal	0	Investigador(es)	5.5	Q 2,860.00			Q 2,860.00			
			2	Auxiliar(es)								
17-23/9/17	Muestreo de plantaciones en campo.	Izabal	0	Investigador(es)	5.5	Q 2,860.00			Q 2,860.00			
			2	Auxiliar(es)								

Figura 38. Cronograma de comisiones de mayo a septiembre del 2017, FAUSAC-DIGI.

Se obtuvo información de propietarios de fincas a partir del llenado de boletas elaboradas por el departamento de investigación forestal del INAB. En la Figura 38 se observa el ejemplo de una boleta para la sistematización de experiencia.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION FORESTAL
Sistematización de experiencia

entrego a sus hijos el terreno tde 10 años solo 3 años recibió dinero

Finca: **Relix Snt.** Región: **X Cañ**
 Fecha: **22/05/17** Especie de interés: **Caoba**
 Evaluador: Especies asociadas: **NO tiene caoba**
 Objetivo de la plantación (Aserrío, energético, investigación) Superficie plantada:
 Coordenada GTM X= Y=

Acceso y ubicación	Indicador	Observaciones
Acceso en vehículo al área demostrativa	Buen acceso <input checked="" type="checkbox"/> Mal acceso	
Accesible en época lluviosa	Si <input checked="" type="checkbox"/> No	
Tiempo de Traslado	< 1 hora <input checked="" type="checkbox"/> 1-2 horas > 2	
Antecedentes de la plantación	Indicador	Observaciones
Uso anterior	Guamil Ganadería Agricultura <input checked="" type="checkbox"/> Otros	MATE.
Que lo motivo a plantar la especie		Sego de incentivo
Que oriento el diseño de la plantación		el INAB.
Método de preparación del suelo	Mecánico Manual <input checked="" type="checkbox"/> Otros	manera!
Material utilizado para la plantación	Clones <input checked="" type="checkbox"/> Semilla certificada Semilla procedencia desconocida Semilla local	Pilones de CHF
Manejo de la plantación	Indicador	Observaciones
Fertilización (indicar formula, dosis, forma de aplicar, frecuencia)	Si <input checked="" type="checkbox"/> No	15-15-15.
Método de control de malezas (indicar fechas y frecuencia de la practica)	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico Otro	
Aplicación de raleo?	Si No <input checked="" type="checkbox"/> No aplica	
Aplicación de podas?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No No aplica	a los 8 años.
Que tipo de plaga o enfermedad a afectado?		Hypophylla
En que época del año de mayor incidencia	Mecánico Químico Biológico	
Que tipo de control aplicaron (especifique forma de realización, dosis, productos, etc)	Si <input checked="" type="checkbox"/> No	Caoba, cenizas, Palo de sauce MATE
Volvería a plantar la especie ?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No	
Componente Económico	Indicador	Observaciones
Tipo de producto que espera extraer	Leña Postes Madera aserrada <input checked="" type="checkbox"/> Otros	

Figura 39. Boleta para la sistematización de experiencias de propietarios de plantaciones de cedro y caoba.

Las siguientes figuras muestran algunos sitios donde fueron recolectadas muestras de suelo y remedidas PPMF en plantaciones de cedro y caoba en la región Norte del país.



Figura 40. Plantación pura de cedro (*Cedrela odorata*). Remedición de PPMF y extracción de muestras de suelo en Gualán, Zacapa.



Figura 41. Extracción muestra de suelo en plantación pura de caoba (*Swietenia macrophylla*) en río Seja, Izabal.

Se evaluó y midió un total de 54 PPMF en la Franja Transversal del Norte, cuencas Polochic-Izabal, cuenca baja río Motagua y en la zona Sur del departamento Petén. En la Figura 42 se observa el mapa con la ubicación de plantaciones evaluadas en la zona de estudio.

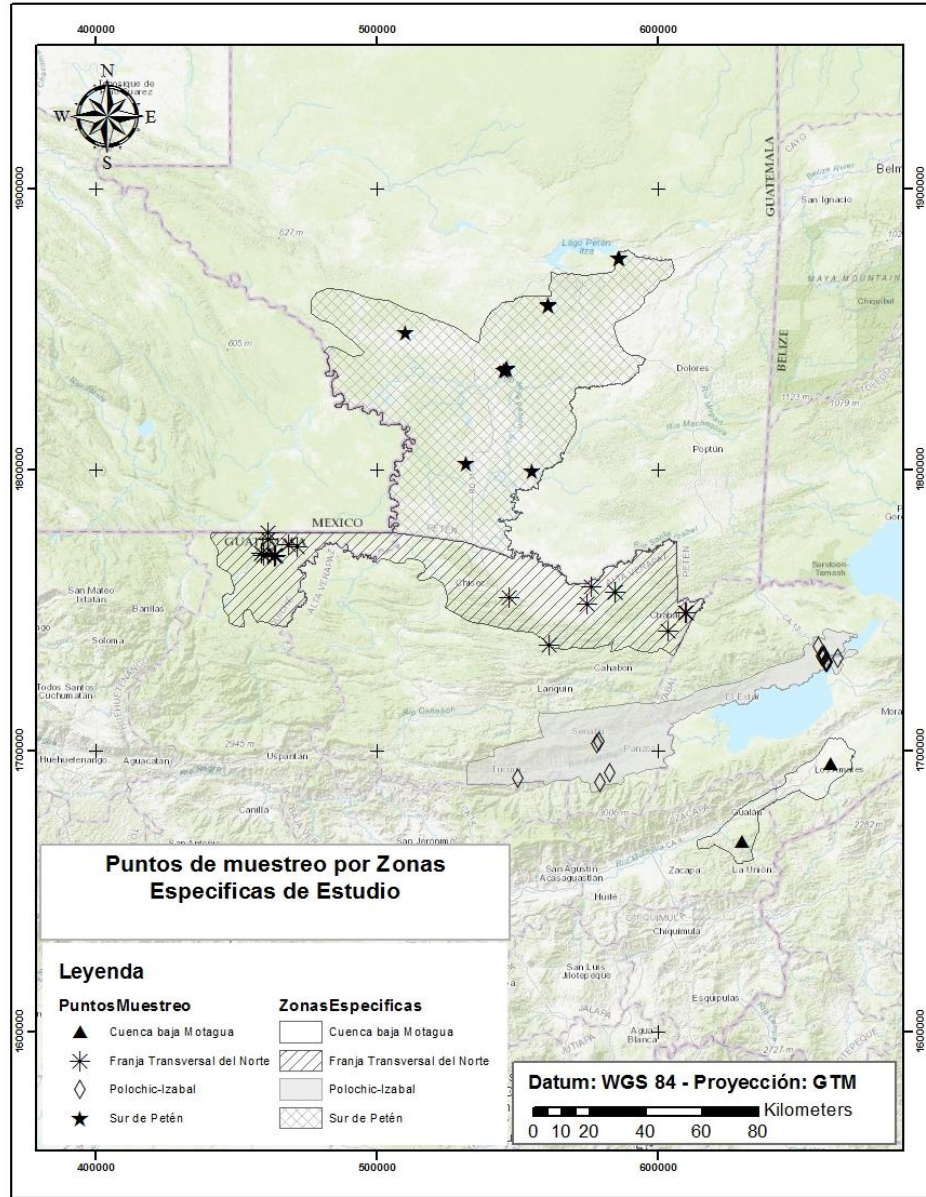


Figura 42. Puntos muestreados por zona específica de estudio

En el Cuadro 38 se observa la descripción general de cada proyecto visitado, en negrillas las plantaciones donde fueron extraídas muestras de suelo con presencia de cedro y caoba.

Cuadro 38. Proyectos visitados en la zona de estudio.

Sitios	Región	Municipio	Altitud (m)	Zona Vida	Topografía	Especie dominante	GTM X	GTM Y
San Juan La 15 Parcela 1	FTN	Ixcán	224	bmh-S(c)	Planicie	<i>D. stevensonii</i>	464225	1769224
San Juan La 15 Parcela 2	FTN	Ixcán	220	bmh-S(c)	Planicie	<i>D. stevensonii</i>	464354	1769406
San Juan La 15 Parcela 3	FTN	Ixcán	214	bmh-S(c)	Ladera	<i>D. stevensonii</i>	464264	1769278
San Juan La 15 Parcela 4	FTN	Ixcán	210	bmh-S(c)	Ladera	<i>D. stevensonii</i>	464214	1769208
El Peñón	FTN	Ixcán	197	bmh-S(c)	Planicie	<i>C. brasiliense</i>	471996	1772620
Finca Cari Parcela 1	FTN	Ixcán	200	bmh-S(c)	Planicie	<i>C. brasiliense</i>	459610	1770029
Finca Cari Parcela 2	FTN	Ixcán	170	bmh-S(c)	Ladera	<i>Mezcla especies</i>	459541	1770200
Monte Alegre	FTN	Ixcán	200	bmh-S(c)	Ladera y planicie	<i>S. macrophylla</i>	468950	1773115
Santa Rita	FTN	Ixcán	170	bmh-S(c)	Planicie	<i>Mezcla especies</i>	461891	1775298
Atlántida	FTN	Ixcán	175	bmh-S(c)	Planicie	<i>Mezcla especies</i>	461874	1777527
Santos Martín	FTN	Ixcán	219	bmh-S(c)	Ladera	<i>C. brasiliense</i>	461634	1769742
Tun Pirir	FTN	Ixcán	193	bmh-S(c)	Ladera	<i>Mezcla especies</i>	460240	1769347
Silvio Raquel Rabanales	FTN	F.B. Las Casas	174	bmh-S(c)	Planicie	<i>V. guatemalensis</i>	576967	1758210
Rancho Noe	FTN	F.B.Las Casas	179	bmh-S(c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	575379	1751969
Xalaja, Chicucul	FTN	Chahal	217	bmh-S(c)	Ladera	<i>D. stevensonii</i>	604143	1742473
Talita Kumi Parcela 1	FTN	F. B. Las Casas	214	bmh-S(c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i> & <i>C. brasiliense</i>	585115	1756315
Talita Kumi Parcela 2	FTN	F. B. Las Casas	214	bmh-S(c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i> & <i>C. brasiliense</i>	585206	1756407
Don Bosco	FTN	Chisec	140	bmh-S(c)	Depres	<i>Mezcla especies</i>	547713	1754603
Bentzul	FTN	Cahabón	288	bmh-S(c)	Ladera	<i>Mezcla especies</i>	561853	1737586
Sacuitz Parcela 1	FTN	Chahal	120	bmh-S(c)	Ladera/Planicie	<i>S. macrophylla</i>	610349	1749194
Sacuitz Parcela 2	FTN	Chahal	138	bmh-S(c)	Ladera	<i>S. macrophylla</i>	610524	1749070
Hacienda Río Dulce Parcela 1	Izabal	Livingst	28	bmh-T	Ladera	<i>D. retusa</i>	660218	1731632
Hacienda Río Dulce Parcela 2	Izabal	Livingst	11	bmh-T	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	660517	1731450
Hacienda Río Dulce Parcela 3	Izabal	Livingst	27	bmh-T	Depres	<i>A. graveolens</i>	660478	1731558

Hacienda Río Dulce Parcela 4	Izabal	Livingst	47	bmh-S(c)	Ladera	<i>S. macrophylla</i>	659670	1733879
Hacienda Río Dulce Parcela 5	Izabal	Livingst	50	bmh-T	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	660338	1731449
Finca Flores	Izabal	Livingst	42	bmh-T	Depres sitio anegado	<i>C. brasiliense</i> & <i>V. guatemalensis</i> .	657610	1737302
La Esperancita	Izabal	Livingst	33	bmh-T	Ladera	<i>C. brasiliense</i> & <i>V. guatemalensis</i>	664375	1732828
Río Seja Parcela 1	Izabal	Livingst	59	bmh-T	Cima	<i>E. cyclocarpum</i>	658910	1733679
Río Seja Parcela 2	Izabal	Livingst	68	bmh-S (c)	Ladera	<i>D. retusa</i> & <i>S. macrophylla</i>	659363	1733440
Río Seja Parcela 3	Izabal	Livingst	53	bmh-S (c)	Planicie	<i>D. stevensonii</i>	659420	1733773
Río Seja Parcela 4	Izabal	Livingst	58	bmh-T	Ladera	<i>A. graveolens</i>	659670	1733879
Chultunes Parcela 1	Sur Peten	Santa Ana	150	bmh-S (c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	586512	1875298
Chultunes Parcela 2	Sur Peten	Santa Ana	150	bmh-S (c)	Planicie	<i>C. odorata</i>	586615	1875255
Pilones Antigua 1	Sur Peten	San Francisc	225	bmh-S (c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	561393	1858475
Pilones Antigua 2	Sur Peten	San Francisc	226	bmh-S (c)	Planicie	<i>C. odorata</i>	561457	1858703
Las dos Marias Parcela 1	Sur Peten	San Francisc	140	bmh-S (c)	Planicie	<i>C. odorata</i>	546766	1835901
Las dos Marias Parcela 2	Sur Peten	San Francisc	140	bmh-S (c)	Ladera	<i>C. odorata</i>	545723	1835211
Las dos Marias Parcela 3	Sur Peten	San Francisc	125	bmh-S (c)	Planicie	<i>C. odorata</i>	546278	1835490
Las dos Marias Parcela 4	Sur Peten	San Francisc	140	bmh-S (c)	Planicie	<i>C. odorata</i>	546583	1835784
Santa Amelia	Sur Peten	Dolores	181	bmh-S (c)	Ladera	<i>S. Macrophylla</i>	555449	1799559
Nueva esperanza	Sur Peten	Sayaxché	179	bmh-S (c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	532280	1802105
Finca El Ramonal	Sur Peten	La Libertad	182	bmh-S (c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i>	510796	1848710
Finca La Constancia	Polochic-Izabal	Panzos	70	bmh-S (c)	Planicie	<i>S. macrophylla</i> & <i>D. stevensonii</i>	583335	1692272
Finca El Porvenir	Izabal	Panzos	658	bmh-S (c)	Ladera	<i>C. alliodora</i> & <i>T. donnell-smithii</i>	580044	1688668
Hidroelec Secacao 1	Izabal	Senahu	272	bmh-S (c)	Ladera	<i>S. macrophylla</i> & <i>T. donnell-smithii</i>	578580	1702308
Hidroelec Secacao 2	Izabal	Senahu	338	bmh-S (c)	Cima	<i>C. odorata</i> & <i>T. donnell-smithii</i>	579398	1703186
Finca Guaxpom	Izabal	Tucuru	466	bmh-S (c)	Ladera	<i>C. odorata</i>	550588	1690071
La Huerta	Motagua	Los Amates	102	bmh-S (c)	Ladera	<i>C. odorata</i>	661722	1694999
La Cartuchera	Motagua	Gualan	600	Bh-S(t)	Ladera	<i>C. odorata</i>	630316	1667474

3.4.4. Bibliografía

1. CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, US). 2017. Listado de especies amenazadas de flora (en línea). US. Consultado 17 feb. 2017. Disponible en: <https://www.cites.org/esp/app/index.php>
2. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala). 2009. Lista de especies amenazadas de Guatemala –LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres según CITES de Guatemala. Guatemala. 124 p. (Documento Técnico 67, 02-2009).
3. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2015. Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala. Guatemala, INAB, Dirección de Desarrollo Forestal, Departamento de Investigación Forestal. 212 p.
4. Salazar, MR. 2008. Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiarias del Pinfor. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal. 34 p.
5. Tobías, H. 2006. Guía para descripción de suelos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 78 p.
6. Ugalde, LA. 2003. El sistema MIRA-SILV, componente de silvicultura manual del usuario, versión 2.9-2003. Guatemala, CATIE, 92 p.