Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Totonicapán

Departamento de Ejercicio Profesional Supervisado

Ingeniería Forestal

Tesis:

Evaluación del estado actual de la masa forestal a través de las variables dasométricas y estructurales ubicada en el Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango, departamento de Totonicapán.

Adolfo Eusebio Tzul Gutiérrez

Totonicapán, Guatemala, C.A. octubre de 2019

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Totonicapán.

Ing. Qco. Diego Omar Hernández Aguilar	Director General
Ing. Luis Carlos Rodríguez Soza	Secretario del Consejo Directivo
Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez	Representante de la Facultad de Ingeniería
Srita. Valeska Jimena Contreras Paz	Representante Estudiantil de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Sr. Keevin Josué González Torres	Representante Estudiantil de la Facultad de Odontología
Dr. Augusto Roberto Wehncke Azurdia	Representante del Colegio Estomatológico
Dr. Julián Alejandro Saquimux Canastuj	Representantes de los Profesores de la Facultad de Ciencias Médicas

Autoridades del Centro Universitario de Totonicapán

Ing. Qco. Diego Omar Hernández Aguilar	Director General
Ing. Luis Carlos Rodríguez Soza	Planificador Académico
Lic. Arnoldo Castañón Ramírez	Coordinador Académico

Coordinación de Departamento de EPS

Licda. Fabiana Camila Tzul de Alvarado	Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado

Coordinación de Carrera

Ing. Agr. Juan Diego Preciado de León	Ingeniería Forestal

Asesor

MSc. Ing. For. Armando Enrique Batz Batz

Dedicatoria a:

Dios	Fuente de sabiduría por permitirme concluir esta fase en la vida personal y profesional.
Mis padres	**+** Santiago Jesús Tzul y Santa Cecilia Gutiérrez, no agradecimiento por el apoyo brindado en todo el transcurso de este proceso y de la vida misma.
Mis hermanos	Gracias por el apoyo.
Asesor	M.Sc. Ing. For. Armando Enrique Batz Batz por el apoyo y el asesoramiento durante el proceso, el cual contribuyó a la formación profesional y personal.
Docentes	Por los sabios conocimientos y los consejos compartidos durante el proceso de estudio.
Centro Universitario de Totonicapán CUNTOTO-USAC	Por ser la casa de estudios donde se adquirió los conocimientos y la formación profesional y personal.

Agradecimientos

Dios	Por la sabiduría, inteligencia y salud en este proceso académico.
Mis padres	Eterno agradecimiento por el apoyo brindado en todo el transcurso de este proceso y a mi querido padre que ya no se encuentra presente, pero vive en los corazones de la familia.
Mis hermanos	Gracias por el apoyo moral y emocional.
Asesor	MSc. Ing. For. Armando Enrique Batz Batz por sus aportes, en la realización de la presente investigación.
Docentes	Por la formación como profesional, compartiendo sus conocimientos y experiencias.
A Dr. Teresa Alión	Por su apoyo incondicional en este proceso
Todas las personas	Que colaboraron en mi proceso de tesis y poder llevar a cabo esta investigación.

Índice general

Páginas

Hoja de respeto

Carátula interna

Hoja de Autoridades

Hoja de dictamen de planificación académica

Hoja de dictamen de dirección

Dedicatoria……...…..11

Agradecimiento…….……...13

Índice General……..……..……...…….15

Índice de Tablas……..……..…...…25

Índice de Figuras…….……....27

K'utb'al par i cha'ab'al K'iche'……..……...….29

Resumen…….…….…..35

Abstract …….……..……..39

Introducción.…….…,…..……..….. 43

Capítulo I 39

1.1. Marco contextual 39

1.1.1. Localización Política-Geográfica del Municipio de Momostenango 39

1.1.2. Límites 39

1.1.3. Vías de Acceso 39

1.1.4. Extensión territorial 40

1.1.5. Zona de vida 40

1.1.6. Región fisiográfica 41

1.1.7. Hidrografía 41

1.1.8. Topografía y vegetación 42

1.1.9. Clima 42
1.1.10. Precipitación 42
1.2. Antecedentes 42
1.3. Marco Teórico 54
1.3.1. Bosque 54
1.3.2. Coníferas en Guatemala 55
1.3.3. Manejo forestal (MF) 55
1.3.4. Plan de manejo forestal 56
1.3.5. *Aspectos técnicos de apoyo para la formulación de un plan de manejo* 57
1.3.6. La división del bosque 57
1.3.7. Información ambiental 62
1.3.8. Ecología 62
1.3.9. Cartografía 64
1.3.10. Definición de la textura del suelo 65
1.3.11. Estado sanitario 65
1.3.12. Valores de importancia en un inventario forestal. 65
1.3.12.1. *Las abundancias* 66
1.4. Marco legal 67
Capítulo II 73
2.1. Planteamiento del problema 73
2.2. Objetivos 75
2.2.1. Objetivo General. 75
2.2.2. Objetivos específicos. 75
2.3. Variables 75
2.3.1. Variable independiente 75
2.3.2. Variable dependiente 76
2.4. Definición de las variables 76
2.4.1. Población de *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J.P. Perry 76
2.4.2. Dasometricas 76
2.4.2.1. Volumen de la madera 76
2.4.2.2. Área basal 76

2.4.2.3. Diámetro. 77
2.4.2.4. Altura 77
2.4.3. Estructurales 77
2.4.3.1. Densidad 77
2.4.3.2. Abundancia 77
2.4.3.3. Frecuencia 78
2.4.4. Estado fitosanitario. 78
2.5. Operacionalización de las Variables 79
2.6. Alcance 83
2.6.1 Geográfico 83
2.6.2. Social 83
2.6.3. Temporal 83
2.7. Límites 83
2.7.1 Financieros 83
2.7.2. Geográfico 84
2.7.3 Social 84
2.8. Aportes 84
2.8.1 Técnico 84
2.8.2. Social 84
2.8.3. Profesional 85
Capítulo III 86
3.1. Metodología 86
3.1.1. Enfoque de la investigación 86
3.1.2. Tipo de investigación 86
3.1.3. Método 86
3.1.4. Técnicas e instrumentos 87
3.1.5. Muestreo 89
3.1.5.2 *Criterio de aplicación* 90
3.1.5.3 *Tamaño y forma de las parcelas para el plan de manejo forestal* 91
3.1.6. Fases de la investigación 93
3.1.7. Análisis de la información 93

3.1.8. Ecuaciones utilizadas para los cálculos 94
3.1.9. Análisis estadístico en los inventarios forestales 95
3.1.10. Asignación de número de parcelas por estrato. 95
3.1.11. Calidad de fuste. 95
3.2. Recursos 96
3.2.1. Talento humano 97
3.2.2. Físicos 97
3.2.3. Financieros 98
Capítulo IV 99
4.1. Resultados 99
4.2. Densidad de árboles/hectárea determinados 99
4.3. Estratos del bosque determinados 100
4.4. Plagas y enfermedades determinadas en los árboles 101
4.5. Determinación de volúmenes y área basal 102
Conclusiones 109
Recomendaciones 111
Referencias bibliográficas 112
Glosario 116
Apéndice A: boleta de las parcelas 121
Apéndice B: cronograma de actividades 122
Apéndice C: datos de la pacerla 1 123
Apéndice D: datos de la pacerla 2 124
Apéndice E: datos de la pacerla 3 125
Apéndice I: datos de la pacerla 7 129
Apéndice J: datos de la pacerla 8 130
Apéndice K: datos de la pacerla 9 131
Apéndice M: datos de la pacerla 11 133
Apéndice Ñ: datos de la pacerla 13 135
Apéndice O: datos de la pacerla 14 136
Apéndice P: datos de la pacerla 15 137
Apéndice Q: datos de la pacerla 16 138
Apéndice R: datos de la pacerla 17 139

1. Apéndice S: variable dasometricas por estrato 140
Capítulo V 155
5.1. Nombre de la guía de productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales. 155
5.2. Introducción 156
5.3. Objetivos 158
5.3.1. General 158
5.4. Marco contextual 159
5.4.1. Localización Política-Geográfica del municipio de Momostenango. 159
5.4.2. Limites.. 159
5.4.3. Vías de acceso 160
5.4.4. Extensión territorial 160
5.5. Zona de vida 160
5.6.1. Región fisiográfica 161
5.7. Hidrografía 161
5.7.1. Topografía y vegetación 162
5.7.2. Clima …. 162
5.8. Marco teórico 163
5.8.1. Reforestación 163
5.8.2. Reforestación urbana 163
5.8.3. Reforestación rural 164
5.9. Marco Legal 166
5.10. Metodología 172
5.11. Métodos 172
5.12. Técnicas 172
5.13. Herramientas 174
5.14. Recursos 175
5.14.1. Talento humano 175
5.14.2. Físicos 176
5.14.3. Financieros 176
Glosario 191

Índice de tablas

Tabla No. 1. Operacionalización de variable independientes. 79
Tabla No. 2. Operacionalización de variable dependientes. 80
Tabla No. 3. Operacionalización de variable dependientes. 81
Tabla No. 4. Operacionalización de variable dependiente. 82
Tabla No. 5. Tamaño y forma de la parcela 92
Tabla No. 6. Ecuación de volumen..... 94
Tabla No. 7. Talento humano..... 97
Tabla No. 8. Recurso físico 97
Tabla No. 9. Gastos realizados durante la investigación..... 98
Tabla No. 10. Estratos y número de árboles/parcela obtenida..... 100
Tabla No. 11. Áreas determinadas de cada uno de los estratos de la clase de desarrollo..... 101
Tabla No. 12. Número de árboles por estrato y daño..... 102
Tabla No. 13. Calidad de fuste por estrato 102
Tabla No. 14. Resumen de los valores obtenidos por estrato 103
Tabla No. 15. Distribución por clase diamétrica de pino de ocote (Pinus tecunumanii Eguiluz & J.P. Perry l). 104
Tabla No. 16. Distribución clase diamétrica estrato muy denso 106
Tabla No. 17. Distribución diamétrica estrato denso 107
Tabla No. 18. Distribución diamétrica estrato ralo 108
Tabla No. 19 Cronograma de actividades 122
Tabla No. 20. Estimadores estadísticos muy densos. 140
Tabla No. 21. Estimadores estadísticos estrato denso 140
Tabla No. 22 Estimadores estadísticos estrato ralo 141
Tabla No. 23. Participantes 175
Tabla No. 24. Recursos utilizados para la guía 176
Tabla No. 25. Gastos realizados durante la elaboración de la guía. 176

Índice de figuras

Figura No. 1. Forma de la parcela..... 94
Figura No.2. Distribución diamétrica…….....107

Resumen

El estudio se realizó en el Barrio Santa Ana municipio de Momostenango del departamento de Totonicapán, pertenece a un bosque húmedo montano subtropical que es afectado por procesos de deforestación y explotación irracional de madera y leña como también procesos de avance de la frontera agrícola.

Se han encontrado varias razones para su protección y recuperación básicamente por ser una microcuenca llamada Pala Grande, por otro lado, se considera como una de las fuentes de agua entubada que se distribuye en el municipio en mención. Además, es fuente de combustible para la cocción de los alimentos de los habitantes de los alrededores del bosque. De esa cuenta se protege de la erosión de los suelos. entre otros. El estudio requirió varias fases entre ellas la fase campo, la fase de gabinete, la fase de análisis de resultados.

En la investigación se obtuvo los siguientes resultados, datos de la especie de (pino ocote) ***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry**,** teniendo una densidad de 1,025 arb/ha, área basal 118.22 m^2/ha y volumen de 969.91 m^3/ha. Ya que el objetivo fundamental es tener una evaluación del estado actual del bosque a través de las variables dasométricas, estructurales, que al final se identificaron zonas con potencial para el desarrollo de actividades forestales, de esa cuenta proponer alternativas de manejo de la masa forestal a la comunidad del Barrio Santa Ana de Momostenango y de esa manera obtener una fuente de ingreso que es alternativa y sustentable.

Palabra clave: Pinus tecunumanii (pino ocote). Inventario forestal. Clase diamétrica. Bosques de Momostenango. Diámetro a la altura del pecho. Volumen y estado fitosanitario.

Abstract

The study was carried out in the Barrio Santa Ana municipality of Momostenango of the department of Totonicapán, belongs to a humid subtropical montane forest that is affected by processes of deforestation and irrational exploitation of wood and firewood as well as processes of advance of the agricultural frontier.

Several reasons for its protection and recovery have been found basically because it is a microbasin called Pala Grande, on the other hand, it is considered as one of the sources of piped water that is distributed in the municipality in question. In addition, it is a source of fuel for cooking the food of the inhabitants around the forest. From that account it is protected from soil erosion. among others. The study required several phases including the field phase, the cabinet phase, the results analysis phase.

In the investigation the following results were obtained, data of the species of (ocote pine) Pinus tecunumanii Eguiluz & J.P. Perry, having a density of 1,025 arb / ha, basal area 118.22 m2 / ha and volume of 969.91 m3 / ha. Since the fundamental objective is to have an evaluation of the current state of the forest through the dasometric, structural variables, which in the end were identified areas with potential for the development of forestry activities, from that account propose alternatives of forest mass management to the community of Barrio Santa Ana de Momostenango and thus obtain a source of income that is alternative and sustainable.

Keyword: forest inventory, diametric class, forests of Momostenango, chest height diameter, volume, phytosanitary status.

Ch’ob’anem re we wuj re nik’onem tijonem

We nik’onem tijonem ri’, re le ilonem xb’an che le uriqitajik le comon che’, re Santa Ana re Cho tz’aq, (Momomostenango) re Chui’maq’inja’ (Totonicapan) xb’an ruk taq le chomab’al re le ki káslemal taq le’ che’. Le nik’onem tijonem xloq´tajik ruk’ le chak xb’an jawi’taq ek’owi taq le’che’, chila’ xilwi jastaq ub’anik le kik’aslemal le komonche’, b’an chuq le etanem jawi’ ek’owi taq le komonche’, ruk’ le Wiqonem kuk’olib’al taq jastaq, (Sistema de Posicionamiento Global, GPS) xe’jelax chuq konojel taq le che’ le xeriqitaj pale k’ache’laj. Le xutayij le chakpaja, are’ le utzukuxik taq le b’im je chuq taq le tzib’am pataq le wuj re k’ache’laj pui le ejelanem, etanen, kinimal, kichomal, ronojel taq le kib’antajik le che’. K’ate’k’uri’, xabántaq le k’onem jawi’ taq keriqitajwi le puq on chikijujunichal taq le che’.

Jawi’ taq ek’owi le che’, xriqitaj oxib’ uwach ub’anik le kik’aslemal, are’ taqwa’; jupuk sib’alaj kinuk’um kib’, jupuk manqasta kinuk’um kib’, jupuq ki jachomkib’. Ronojel le xejelaxwi le che’ xuwina’j jun tok’ oxib’ etaneb’al; (hectáreas) jawi’taq le k’owi sib’alaj che’, xetan kawinaq waqlajuj entaneb’al, (hectáreas) jawi’ man qasta ek’owi che’, xetan juwinaq waqib’ etaneb’al, ijawi’ kijachom wikib’ le che’ xetan, juwinawkeb’ etaneb’al.

Uk’ux taq tzij; ejelanem re taq che’, utuke’lal etanem, k’ache’laj, etaneb’al chok’uxaj, unimal jun che’, rulewal k’utb’al che’, retanel ub’aqilal, retal uk’utb’al uk’aslemal.

Introducción

Los bosques de coníferas y mixtos de Guatemala se distribuyen en una extensa área, en las regiones de oriente, centro y occidente, desde San Marcos hasta Huehuetenango; además de una pequeña extensión en el norte, en Poptún, Petén, formando masas puras o asociadas con algunas especies de latifoliadas, principalmente de los géneros *Quercus, y Alnus.*

También establece que los bosques de coníferas y mixtos se ubican en las áreas de mayor concentración poblacional, lo que genera dependencia tanto para la producción de madera como para la protección y conservación. Su importancia es altamente reconocida, sin embargo, la falta de datos básicos dasométricos que permitan una planificación técnica, ha incidido gravemente en su conservación.

El bosque comunal del Barrio Santa Ana, se encuentra ubicado en el municipio de Momostenango del departamento de Totonicapán. Dentro de su extensión territorial el Barrio Santa Ana posee un área forestal, constituido por un bosque de coníferas asociadas con algunas especies latifoliadas.

El bosque de coníferas ubicado dentro del Barrio Santa Ana representa grandes beneficios, tales como el constituir el hábitat para determinadas especies de flora y fauna, resguardo de nacimientos de agua, usos recreativos, generación de oxígeno, entre otros.

Debido a su importancia en la generación de tales beneficios y a la problemática actual referentes a la deforestación indiscriminada, depredación de especies endémicas y a la falta de un documento o instrumento técnico que contenga información precisa para la protección y conservación del recurso bosque y todos aquellos recursos que resguarde, se planteó la evaluación del estado actual de la masa forestal a través de variables dasométricas con la finalidad de definir estrategias de protección y conservación del área de bosque.

El estudio técnico requirió de una fase de campo que consistió en la estratificación con base a los distintos tipos de clases de desarrollo del bosque y en la rodalización con las características propias del área. Una vez obtenido cada uno de estos parámetros se procedió a determinar el área de cada uno de los rodales por medio del uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). La determinación de la carga volumétrica del bosque se realizó mediante un inventario forestal al quince por ciento de error de muestreo y de forma sistemática respectivamente.

Una vez ejecutada toda la fase de campo se procedió a realizar los cálculos correspondientes para determinar el manejo del bosque (DAP, altura, AB, porcentajes morfológicos y estado fitosanitario, entre otros). Posteriormente se llevó a cabo la elaboración de los mapas para la determinación de las áreas de cada estrato.

El inventario del bosque se basó en la formulación de técnicas y estrategias para proveer a la misma y recursos que resguarde, de las condiciones necesarias para apoyar la producción de servicios forestales. Por lo que es necesario lograr que el mismo cuente con características cuantitativas y cualitativas del bosque, todo se haga de tal modo que sea, socialmente viable y ambientalmente sostenible.

Por otro lado, el bosque natural inventariado posee una extensión de 103 hectáreas de los cuales el 53% (55 hectáreas) corresponde al estrato muy denso, el 25% (26 hectáreas) del estrato es denso y 22% (19 hectáreas) lo conforma el estrato ralo con especie aprovechable de ***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry (pino de ocote), y otras asociadas como el ***Cupressus lusitanica*** (ciprés común) y ***Quercus spp*** (encino), localizado en el Barrio Santa Ana, Momostenango, Totonicapán. Geográficamente está delimitada por las coordenadas Geografic Transver Mercator -GTM- siguientes: latitud norte 16665746 y longitud oeste 402182, su altitud varía desde los 2200 a 2213 metros sobre el nivel del mar.

De la misma manera, la metodología seguida para el estudio, consistió básicamente, en la selección de los tres estratos anteriormente descritos, esto con la finalidad de recabar la información de las características cuantitativas y cualitativas de la masa arbórea, además, se distribuyeron las parcelas por cada estrato. Los datos generados son: una densidad de 1025 arb./ha, área basal 118.22 m^2/ha y volumen de 969.91 m^3/ha.

En la investigación, se abordan los siguientes capítulos: capítulo I se describen los antecedentes, marco teórico y marco legal que sustenta la investigación.

El capítulo II presenta el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, hipótesis, variables con definición y operacionalización, alcances, límites y aportes que tiene la investigación.

En el capítulo III se establece la metodología, siendo un enfoque mixto con un tipo de investigación descriptivo, el método utilizado es inductivo e hipotético-deductivo, así mismo, las técnicas e instrumentos, el muestreo, los recursos y el presupuesto utilizado en la investigación.

El capítulo IV presenta los resultados, discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, glosario y anexos.

Finalmente, en el capítulo V se da a conocer la propuesta de la investigación que cuenta con introducción, objetivos, marco referencial, marco teórico, marco legal, metodología, recursos, referencias bibliográficas, glosario, anexo y ejemplar de la guía.

Capítulo I

1.1. Marco contextual

1.1.1. Localización Política-Geográfica del Municipio de Momostenango

El bosque comunal del Barrio San Ana, se ubica al noroeste del municipio de Momostenango Departamento de Totonicapán, y este a su vez pertenece a la Región VI. Situada en el altiplano sur occidental de Guatemala, a una altura de 2213 metros sobre el nivel del mar, cuenta con un área de 103 hectáreas, con latitud norte de 1665746 y una longitud oeste de 402182 y una distancia de 23 kilómetros de la cabecera departamental y a 205 kilómetros de la ciudad capital, por carretera asfaltada. (Ver apéndice X).

1.1.2. Límites

El límite territorial del municipio Momostenago comprende el siguiente:

Al norte, con San Bartolo Aguas Calientes departamento de Totonicapán, Malacatancito departamento de Huehuetenango, San Carlos Sija (Quetzaltenango), al sur, con los municipios de Totonicapán y San Francisco El Alto, al oriente, con San Antonio Ilotenango (El Quiché), Santa Lucía La Reforma y Santa María Chiquimula (Totonicapán); al occidente, con los municipios de Cabricán y San Carlos Sija departamento de (Quetzaltenango). istancia de Momostenango hacia cada uno de los municipios de Totonicapán.

- 10 kilómetros al municipio de San Francisco El Alto Totonicapán.
- 18 kilómetros al municipio de San Cristóbal Totonicapán.
- 23 kilómetros a la Cabecera Departamental de Totonicapán.
- 205 kilómetros a la Ciudad Capital de Guatemala. (SEPLAN, 2001 pág.16)

1.1.3. Vías de Acceso

Para llegar a Momostenango se utiliza la carretera Interamericana CA-1 se puede acceder por tres vías: la primera está ubicada en el lugar denominado el

entronque, en San Francisco El Alto, allí se ingresa a la carretera departamental CD-2, en ella se deben recorrer 17 kilómetros para llegar a Momostenango. La segunda está ubicada en el kilómetro 203 conocido como el Rancho de Teja (San Francisco El Alto), el cual está a una distancia de 12 kilómetros del Municipio y la tercera está localizada en la aldea Santa Ana y dista de 14 kilómetros, se ingresa por Pologuá, la primera vía está asfaltada no así las restantes; dichas carreteras son transitables todo el año. (ibid pág. 20).

1.1.4. Extensión territorial

Momostenango pertenece a la llamada región VI Sur Occidente. Tiene una extensión territorial de 305 km^2, es el municipio que ocupa el segundo lugar en extensión territorial con el 29% del total de ocho municipios que integran el departamento de Totonicapán. (ibid pág. 20).

1.1.5. Zona de vida

1.1.5.1. Bosque húmedo Montano Subtropical

El patrón de lluvias varía entre 1,057 milímetros (mm) y 1,588 mm, con un promedio de 1,344 mm de precipitación anual. Las biotemperaturas van de 16 grados a 26 grados centígrados. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75. Su topografía en general es plana y está dedicada a cultivos. La elevación varía entre 1,500 y 2,400 msnm. La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, está representada por rodales de ***Quercus spp*.,** asociados generalmente con ***Pinus pseudostrobus y Pinus montezumae, Alnus jorullensis, Arbutus xalapensis, Cupressus lusitanica***, (González. C. 2003, pág. 15). “Pues los terrenos llanos pueden utilizarse para la producción de maíz, frijol y frutales de zonas templadas como: durazno, pera, manzana, aguacate y otros”. (De la Cruz, 1981 pág. 12).

1.1.6. Región fisiográfica

El municipio de Momostenango se encuentra ubicado en la región fisiográfica Tierras volcánicas. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material principal ente basalto y riodacitas que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte.

Precisamente en la subregión zona montañosa occidental (Tacana-Tecpán), unidad fisiográfica que se ubica y localiza esta desde la línea fronteriza con México, en el norte de los Departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, hasta el este en los Departamentos de Totonicapán, Sololá y Chimaltenango y al sur del Departamento de Quiché.

> Representa el relieve más alto de Guatemala con alturas de 1,000 a 4,000 msnm. Específicamente en el gran paisaje montañas volcánicas altas de Occidente esta región se localiza en el entorno del poblado de Tacaná y se extiende hacia el este y al sur del municipio y el Departamento de San Marcos, Quetzaltenango y Totonicapán. (MAGA, 2001 pág. 27).

1.1.7. Hidrografía

“El municipio de Momostenango se ubica dentro de dos cuencas: Salinas y Samalá, asimismo, cuenta con 385.41 hectáreas (ha) de su territorio que pertenece a la cuenca del río Cuilco” (MAGA, 2001. Pág. 44). En él se observan ríos de limitado caudal y riachuelos, algunos de los cuales en época de verano reducen drásticamente el caudal o se secan. Está muy influenciado por los efectos positivos y negativos, generados por la misma presión de las cuencas sobre el municipio.

Entre los efectos positivos de las cuencas hacia el municipio se refleja la proporción de servicios ambientales el municipio, aire más limpio por efecto de los bosques. También ayudan a que exista recarga hídrica y las fuentes subterráneas sean abastecidas de agua constantemente. Aunque en los últimos años la deforestación ha ido mermando de manera positiva. Otra acción efectiva para el municipio, es la oferta

de leña proveniente de estas cuencas. Igualmente, muchos de los productos agrícolas que son parte de la dieta alimenticia de los pobladores provienen de territorios de las parte altas y bajas de las cuencas.

1.1.8. Topografía y vegetación

Los terrenos correspondientes son de relieve muy escarpado a ondulado y ligeramente inclinado, pero en general se puede describir como accidentado, ya que los relieves planos son muy reducidos. La elevación varía entre 2770 y 3300 msnm. La vegetación natural está constituida por coníferas como pino colorado ***Pinus oocarpa*** Schiede y algunas especies de latifoliadas como madrón (***Arbutus xalapensis)***, encinos (***Quercus spp***.)

1.1.9. Clima

Momostenango por estar situado a una altura de 2,204 metros sobre el nivel del mar, tiene un clima frío. Las estaciones son de invierno y verano, la época lluviosa es de mayo a octubre y la época seca de noviembre al mes de abril. Los vientos que soplan sobre el municipio de Momostenango, normalmente son moderados y corren de norte a sur, especialmente en los meses de enero a marzo.

1.1.10. Precipitación

La precipitación pluvial anual es de 2,000 a 4,000 mm, la humedad oscila entre el 6% y 100%, el régimen de lluvia tiene un promedio de 183 días al año durante los meses de invierno, aunque la lluvia no es uniforme en todos los sectores.

1.2. Antecedentes

La presente investigación se fundamentó con estudios realizadas anteriormente de regeneración natural de la especie de pino colorado ***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry, cuyo propósito fue obtener información importante y confiable para enriquecer el estudio, realizado en el bosque comunal del municipio de Momostenango.

Ramírez, C. (2005), en su tesis, titulado, "Inventario forestal del bosque natural de la comunidad popular en resistencia de Petén, Guatemala, comunidad "Salvador Fajardo", La Libertad, Petén. De la carrera de ingeniería forestal. Centro Universitario de Petén. CUDEP USAC Guatemala.

El objetivo fundamental es tener conocimiento de las especies forestales maderables y no maderables, la identificación de zonas con potencial para el desarrollo de actividades, forestales y proponer alternativas de manejo del recurso bosque. Asimismo, los resultados obtenidos en el análisis de los datos recabados en el campo, se puede concluir que el área que posee bosque podría ser sometida a manejo forestal productivo, ya ha sido intervenida para extracciones selectivas de las maderas altamente comerciales (caoba y cedro), ya que estas especies se presentan dentro de la distribución diamétrica por debajo de los 45 centímetros de DAP (menor al diámetro mínimo de corta). Si se planteara un plan de manejo forestal, tomando en cuenta el incremento de 0.5 cm/año y un diámetro mínimo de corta de 50 cm, estas especies podrían aprovecharse aproximadamente en 30 años.

Por otro lado, la existencia volumétrica de las especies actualmente comerciales es de 23.777 m^3 /ha, lo que oscilaría alrededor de los 46,000 m^3 de potencial maderable en la totalidad del área de bosque para producción (1,938.50 hectáreas). Lógicamente este volumen lo componen todas las clases diamétricas. Si se tomara un diámetro mínimo de corta de 55 cm podría extraerse un total de 9.608 m^3 /ha, pero como se debe pensar en un manejo forestal sostenible, al menos debe dejarse de remanencia un 20%, lo que descendería a 7.6864 m^3 /ha, totalizando 14,900 m^3 para aprovechamiento en toda el área.

Hernández, G. (2014) en sus tesis, titulada, "Evaluación de la factibilidad del manejo forestal sostenible en la finca Santa Luisa, reserva de biosfera sierra de las minas (RBSM)", Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas Universidad Rafael Landívar de Guatemala.

Actualmente es de conocimiento general la importancia que representan los bosques para la vida en el planeta y para el desarrollo de la sociedad. Son fuente de bienes como: materia prima (madera industrial, leña, resinas), biodiversidad y productos no maderables (medicinas y alimentos). De la misma manera producen servicios como conservación y generación de suelos, fijación de carbono, fuentes hidrológicas, reciclaje de nutrientes, valores culturales, empleo, turismo y actividades recreativas. Por lo tanto, es de alto interés implementar planes de gestión ambiental y forestal que tomen en cuenta todos estos aspectos, que garanticen el mantenimiento de los recursos forestales y sus beneficios para las generaciones futuras (Rojas, 2001).

Igualmente, se conoce que Guatemala, al poseer un 60% de relieve montañoso, es un país con potencial mayoritariamente forestal, sin embargo, el índice de deforestación ha aumentado progresivamente en las últimas décadas. Según datos obtenidos en el año 2010, el porcentaje de cobertura forestal correspondía a un 34.2 % (INAB, CONAP, UVG y URL, 2012). Por consecuente es de alto interés implementar nuevos proyectos silviculturales que promuevan el desarrollo sostenible en el país y como punto de partida es necesario revisar las leyes que se aplican directa o indirectamente a esta parte específica del territorio nacional. Un ejemplo es la Ley de Áreas Protegidas que dentro de su artículo 8, establece que las áreas se dividen en varias categorías para su correcta administración y manejo (6 categorías en total). Dentro de estas clasificaciones se encuentran las Reservas de Biosfera, que son áreas de reconocimiento a nivel mundial al momento de considerar sus recursos naturales y culturales. Además, su importancia reside en su rol de modelos o patrones para medir los cambios de la biosfera como un todo, a largo plazo. (2014, p. 6).

Morales, D. (2017) en su tesis, titulada, “Sistema de información geográfico para el manejo forestal de la finca el durazno’’, San Jerónimo, Baja Verapaz. licenciatura en ingeniería forestal con énfasis en silvicultura y manejo de bosques. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Universidad Rafael Landívar de Guatemala.

Se determina una base de datos estadísticos como capas de información de los factores importantes como la certeza jurídica, obteniendo que el 49.47% del territorio fueron estratégicamente catalogadas como área de reserva y zonas de protección para nacimientos de agua. El restante 50.53% equivalente a 990 predios adjudicados a posesionaron de la finca los cuales son susceptibles al aprovechamiento de los recursos naturales. En la hidrología de la finca se ubicaron 109 nacimientos con características permanentes, que drenan sus efluentes al río San Jerónimo, abastecidas por quebradas formadas dentro de la finca que aportan un alto porcentaje del caudal del departamento. En su fisiografía se georeferenciaron datos como pendientes (%), profundidad del suelo (cm) y pedregosidad (%). El uso actual de la finca del año 2014, establecen que el 68.30% del uso es bosque, el 17.73% utilizadas para la agricultura, el 7.55% sin cobertura o matorrales y el restante 6.42% del territorio es utilizada como infraestructura por los habitantes de la finca.

Podemos decir que, los lineamientos Técnicos para el manejo forestal, se determinó un instrumento técnico que pretende orientar la planificación, aplicación de monitoreo y evaluación del manejo forestal adaptativo que considere la planificación, ejecución, monitoreo, evaluación y replanteamiento continuo del bosque. Debido a los criterios que ayudaron a definir el tratamiento silvicultural, se determinó que para el estrato A puede aplicarse una intensidad de corta del 40% definidas por un ciclo de corta de 20 años, para el estrato B puede aplicarse una intensidad de corta del 30% definidas por un ciclo de corta de 25 años y por último el estrato B una intensidad de corta del 20% definidas por un ciclo de corta de 30 años. La propuesta de proporcionar información cartográfica para el manejo de los recursos forestales definió tres guías de uso que contienen capas, archivos mxd e información básica. La selección de cada guía va depender de la capacidad técnica. (2017, p. 69).

Chocooj, L. (2017) en su tesis, titulada, "Evaluación del volumen de plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis* I.F.)" Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar Guatemala.

Guatemala presenta condiciones ambientales (clima, suelo y precipitación), adecuadas para el establecimiento de plantaciones forestales con fines comerciales, que se pueden desarrollar con especies nativas y exóticas, tomando en cuenta que la selección de la especie debe hacerse de acuerdo a las características de los sitios, para aprovechar su potencial productivo. Se identificaron que en las plantaciones de las fincas 120, 135 y 138 existe un solo estrato, no mostrando diferencias en cuanto a su crecimiento. Mientras que la finca 123 presenta heterogeneidad en la plantación, habiendo diferencias en cuanto a su crecimiento y a la densidad de los árboles, por tal razón la finca se dividió en dos estratos, siendo el estrato I con 18.83 ha que presentó buen crecimiento, y el estrato II, con 16.67 ha con bajo crecimiento. (2017, p. 61).

De esa cuenta, los resultados del inventario en cuanto a volúmenes de las cuatro fincas, oscilan entre 25 a 68 m^3/ha; encontrando que la finca 123 en el estrato I con volumen de 67.68 m^3/ha con crecimiento alto, siendo superior a las demás, mientras que en la finca 123 en el estrato II se estimó un volumen de 25.81 m^3/ha presentado un bajo crecimiento comparados con las otras fincas, esto es a causa de las características del sitio donde se encuentra la plantación. Las estimaciones de volúmenes se realizaron con la finalidad de conocer si las plantaciones están creciendo de acuerdo a las proyecciones de la empresa.

Por consiguiente, para el análisis de crecimiento de las fincas evaluadas, se encontró un promedio en incremento medio anual -IMA- en DAP de 4.85 cm/año y en altura total 3.62 m/año, esto refleja que dichas plantaciones presentan un buen crecimiento y por ende se encuentra en los sitios adecuados requeridos por la especie de teca. Para la productividad de las fincas se encontró un promedio en incremento medio anual -IMA- en área basal de 3.13 m^2 /ha/año y en volumen de 15.85 m^3 /ha/año, por tal razón las fincas tienen una productividad alta y de acuerdo a los estudios realizado por Vaides (2004) y Mollinedo (2016), estas fincas estarían clasificadas dentro de crecimientos que están en alta y excelente productividad esto indica que los materiales provenientes de clones responden muy rápido al crecimiento y a una productividad alta de la especie en estos sitios.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1996). Investigación, titulada. Evaluación de la calidad de sitio para el (*Pinus oocarpa)* en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biósfera Sierra de las Minas. Guatemala.

> El bosque de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera sierra de las minas, están constituidos principalmente por coníferas y la especie dominante y más ampliamente distribuida y utilizada es (***Pinus oocarpa*** Schiede). Esta especie es a su vez una de las especies maderables más importantes de Guatemala. No obstante, la importancia ecológica, biológica y económica de este tipo de bosque de la Reserva de Biosfera de la Sierra de las Minas (RBSM), en su mayor parte han estado sometidos a operaciones de aprovechamiento forestal sin considerar bases técnicas y científicas que garanticen su uso sostenible, lo cual ha significado pérdida y degradación genética del curso (1996, p. 12).

> De esa cuenta, la reserva de la biósfera es un área vulnerable que tiene un riesgo alto de fracasar en la protección de la biodiversidad en un futuro de mediano plazo. Las principales amenazas provienen de los incendios forestales, la deforestación y tala ilegal, la caza ilegal, las invasiones, la extracción de productos del bosque y la futura construcción de represas hidroeléctricas.

El Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas Argentina (2001). Investigación, titulada, Análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia Multequina. Argentina Buenos Aires

> En el centro y sur de la Isla Grande de tierra del Fuego existe una importante superficie boscosa, por lo general de masas puras y/o mixtas de cuatro especies dominantes: ***Nothofagus pumilio*** (Poepp Las condiciones de dominio de la tierra en Tierra del Fuego presentan características particulares, ya que el 41,2% de las tierras todavía pertenecen al Estado provincial, mientras que un 55,4% a establecimientos privados y el 3,4% restante al Estado nacional. La actividad maderera se concentra en los dos primeros dominios, siendo más importante en

el sector fiscal a través de concesiones que se realizan según la reglamentación de la ley provincial n°145/94 (Ricciuti, 1995), mientras que el sector privado reúne la mayor actividad ganadera. Sin embargo, estancias tradicionalmente ganaderas han dado comienzo a la actividad forestal, revalorizando al bosque como fuente importante de riqueza, lo que obliga a discutir sobre la importancia y el futuro del mismo.

La toma de información sobre clasificación y cuantificación de los bosques provinciales se inicia a mediados del siglo pasado, limitándose a pequeños sectores de lotes fiscales, sobre los que se otorgaban las concesiones de aprovechamiento. Existen 11 estudios realizados entre los años 1953 y 1987 (SRN y AH, 1997). Los primeros de estos estudios se realizaban con mucho trabajo de campo y escasas herramientas de sensores remotos. Sin embargo, en el año 1978, el Instituto Forestal Nacional realizó un inventario por medio de fotografías aéreas de la zona central de la Isla que permitió ubicar grandes áreas boscosas, incorporando su estratificación y superficie (IFONA, 1978). Posteriormente, en 1982, el IFONA, empleando imágenes Landsat en papel, realizó la pre-carta forestal de la provincia a escala 1:250.000, donde se tuvo en cuenta los tipos forestales, capa.

Sin embargo, toda esta información no cuenta con una clasificación detallada y unificada para ser utilizada como información de base para llevar a cabo un ordenamiento de los bosques tendiente al aprovechamiento sustentable dentro del ámbito de la provincia de Tierra del Fuego. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue relevar las superficies boscosas mediante imágenes satelitales y clasificarlas analizando su dominio, tipo forestal, estado de conservación y topografía. La importancia del inventario para poder tener un buen manejo de los recursos forestales para poder aprovechar según los parámetros del inventario, poder garantizar que no sede la sobre explotación. Eso es posible con herramientas como lo son las fotos satelitales u ortofotos para poder análisis las diferentes coberturas boscosas en diferentes áreas.

Asensio, Martínez de Toda, Martínez Millán. (2005), investigación titulada, "El estudio de la biodiversidad en el tercer inventario forestal nacional", Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid España.

El objetivo clásico de los inventarios forestales es la determinación del volumen maderable en los bosques, así como la estimación del crecimiento y los cambios estructurales. Sin embargo, existen otra serie de aspectos que están adquiriendo una especial importancia como son las estimaciones de la biodiversidad. La necesidad de realizar análisis de biodiversidad ha quedado patente en los últimos años tal y como se refleja en el Convenio de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas del año 1992.

En el presente artículo se describen los indicadores seleccionados para la estimación y valoración de la biodiversidad en el Tercer Inventario Nacional Forestal, utilizando la información obtenida en las parcelas muestreadas y el Mapa Forestal Nacional. Estos indicadores han sido elegidos de acuerdo con los criterios de facilidad de medición, objetividad y aportación relevante a la evaluación de la biodiversidad y a través de ellos se evalúa la biodiversidad estructural y funcional, así como su composición. También se recogen una serie de criterios de conservación que deben tenerse en cuenta con el objetivo de gestionar para conservar la biodiversidad.

Los inventarios forestales con medidas y observaciones de campo complementarias son proyectos muy adecuados para estimar la biodiversidad forestal (N_{EWTON} & K_{APOS}, 2002). El Tercer Inventario Forestal Nacional incluye este tipo de estudios y su metodología está siendo continuamente revisada debido al incesante des- arrollo del conocimiento en este campo, por lo que numerosos índices se han añadido y se está actualizando un estadillo de campo de biodiversidad, resultado de varios años de pruebas. Una de las principales aplicaciones de estos estudios es la obtención de criterios para poder gestionar los montes conservando la biodiversidad. Según $G_{ROOMBRIDGE}$ & J_{ENKINS} (1996), la

cuantificación de la biodiversidad biológica es un objetivo importante para el manejo de los recursos no maderables de los bosques.

El inventario forestal es una herramienta la cual permite tener un diagnóstico de cómo se encuentra el bosque y de que recursos contamos así mismo con que cantidad se cuenta para por ser aprovecharlos, conservado o que están en peligro de extinción para poder consérvalos y protegerlos. Nos orienta que acciones debemos tomar poder tener las áreas y especies de flora y fauna.

Llerena, Hermoza, Bermúdez (2007). Investigación, titulada, "Plantaciones forestales, agua y gestión de cuencas", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Instituto de Promoción para la Gestión del Agua. Lima Perú.

Plantar árboles con diversos propósitos es una actividad siempre alentada por los múltiples beneficios que brinda a la sociedad. Las plantaciones forestales con fines productivos son hoy vigorosos emprendimientos industriales en el mundo por la creciente demanda global de la madera y sus derivados. Desde el 2006 esta actividad se viene tratando de relanzar en el Perú, todavía sólo con mayor apoyo legal que técnico, político y financiero, en extensiones iniciales entre 1 y 2 millones de hectáreas, aún no definidas geográficamente, en un espacio potencial total de 10.5 millones de hectáreas, ubicadas mayormente en las cuencas de la Amazonia andina. Cajamarca (Porcón) es el modelo más exitoso de plantación forestal en el Perú, con importantes recursos madereros a punto de ser transformados *in-situ* con valor agregado.

Sin embargo, salvo en la vertiente amazónica, no todas las cuencas andinas cuentan como las de Porcón con 1000 mm/año de lluvias. En la mayor parte de la sierra semiárida llueve mucho menos (100-700 mm/año). En las cuencas el agua es el recurso integrador y resultante de su gestión y por ser este recurso escaso, aleatorio y con una continua tendencia decreciente por fenómenos como los cambios climáticos y la deglaciación, en la sierra cuesta conseguir agua para satisfacer sus múltiples y crecientes demandas. Los nuevos árboles a plantarse

se sumarán a la demanda de agua en la zona andina con valores aún no calculados que dependen de factores tales como la especie a plantar, la extensión de las plantaciones y su densidad.

En este escenario, la toma de decisiones en la elección de las cuencas a forestar, encara incógnitas que podrían generar conflictos locales y poner en riesgo la actividad de pequeños agricultores, así como las nuevas inversiones forestales. Esta investigación trata de aclarar importantes conceptos hidrológico-forestales, como, por ejemplo, que cuando naturalmente falta agua en la cuenca las plantaciones forestales *no* incrementan el caudal de los ríos. Se busca también revalorar el manejo de cuencas como criterio moderno, participativo y multidisciplinario básico para ordenar el uso de la tierra.

Se citan experiencias exitosas de otros países, como Sudáfrica, que aplicando conocimientos científicos a la práctica profesional hizo frente a la disyuntiva entre madera y agua. Se destaca, la necesidad de contar con información catastral, geográfica y cartográfica adecuadas a la escala del trabajo forestal, con más y mejores datos hidrometeorológicos de las cuencas, de realizar una cuidadosa selección de las especies de árboles a plantar y de su calidad genética, así como cálculos de la demanda de agua de las plantaciones y de los demás usos actuales que permitan calcular balances hídricos en las cuencas. Todos estos planteamientos son importantes de destacar por cuanto el Plan Nacional de Reforestación (R.S. 002-2006 AG), documento oficial de la actividad en el Perú, insiste en señalar erróneamente que las nuevas plantaciones forestales aumentarán la cantidad de agua de los ríos y quebradas de las cuencas.

García, Panizza, Paruelo . (2013). Investigación, titulada, “Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos”: Resultados de la Zonificación realizada por provincias del Norte argentino. Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires Argentina.

El proceso de pérdida de bosques nativos en Argentina se ha acelerado durante los últimos 10 años. Según datos de la UMSEF (2007) entre 1987-1998 y 1998-2002 se deforestaba a una tasa de 180,000 y 235,100 ha/año, respectivamente. La mayor tasa de deforestación ocurrió en el norte del país, particularmente en Santiago del Estero, Salta y Chaco. Durante el período 2002-2006, la tasa de deforestación continuaba en aumento: 123% en Salta, 83% en Santiago del Estero, 56% en Formosa y 14% en Chaco, por encima del periodo anterior (Volante et al. 2006, 2012; UMSEF 2007). En el año 2007 se sancionó la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley 26331). Esta ley establece “los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad”.

En la ley se mencionan como objetivos: a) promover la conservación mediante el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) y la regulación de la expansión de la frontera agropecuaria y de cualquier otro cambio de uso del suelo; b) implementar las medidas necesarias para regular y controlar la disminución de la superficie de bosques nativos existentes, tendiendo a lograr una superficie perdurable en el tiempo; c) mejorar y mantener los procesos ecológicos y culturales en los bosques nativos que beneficien a la sociedad; d) hacer prevalecer los principios precautorio y preventivo, manteniendo bosques nativos cuyos beneficios ambientales o los daños ambientales que su ausencia generase, aun cuando no puedan demostrarse con las técnicas disponibles en la actualidad; e) fomentar las actividades de enriquecimiento, conservación, restauración, mejoramiento y manejo sostenible de los bosques nativos, el fin de establecer diferentes categorías de conservación del bosque. Las jurisdicciones que implementan la ley son compensadas económicamente de forma anual, a través del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos (B.O. 31595 2009).

La importancia del boque en la vida del ser humano por muchas funciones que son utilizadas por ser humano des de seña, como la regulación del ciclo hidrogeólogo, es importante resaltar que la utilización de los inventarios en este aspecto es esencial ya que con los datos que obtenemos podemos hacer mejor uso y saber cuánta área se está perdiendo y que especies nativas se pierden ya sea por la deforestación, la tala ilícita para madera acerrada, entre otros factores que ejercen presión sobre los recursos naturales de cualquier lugar del mundo.

Sosa, O. (2015). En su tesis, titulada, "Abundancia y stock de las especies maderables comerciales de un bosque natural de colina baja suavemente accidentada del distrito del Vavari, Loreto, Perú". Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal. Lima Perú.

La evaluación de los bosques es muy importante para definir los Planes de Manejo que tienen la finalidad de conservar la biodiversidad que conforman los diferentes ecosistemas del bosque húmedo tropical y mejorar la calidad de vida del poblador amazónica, así como también para conservar la calidad del medio ambiente que es una necesidad en el planeta (Pérez, 2010). (Romero, 1986), manifiesta que el inventario forestal, es el nivel más complejo, para la evaluación de un plan de manejo forestal, y debe reunir todas las características o detalles necesarios para conocer las posibilidades de extracción, también de establecer las condiciones en que el bosque va a ser manejado, requiere, por tanto, un gran volumen de información cualitativa y cuantitativa del bosque. Con el inventario forestal del bosque natural de colina baja de la zona elegida se tiene información tanto cualitativa como cuantitativa de la población boscosa, la misma que sirve para la elaboración del plan de aprovechamiento de madera comercial del área de estudio; así como también se define la valoración económica de la madera en pie de las especies comerciales evaluadas en este bosque y los usos de cada una de las especies comerciales. (2015, p. 2)

1.3. Marco Teórico

Para realizar la presente investigación, se relacionan los siguientes términos afines al tema. Es indudable que la dinámica natural de los bosques se incorporen diferentes términos para su buen desarrollo y realizar acciones, técnicas precisas para su mantenimiento, esto permitirá resguardar las especies nativas de nuestras masas forestal.

1.3.1. Bosque

Un bosque es una asociación muy variada de formas de vida, denominada como:

Una comunidad biológica en la que predominan las plantas lignificadas, o leñosas" no importando su origen natural o artificial; y son productores de madera, leña, productos extractivos y derivados. Tienen influencia sobre el clima, fomentan el régimen hidrológico y provee protección y sustento a la vida silvestre (González, 2005, p. 7).

1.3.1.1. *Bosque natural*

Es el que crece por regeneración espontanea en una región determinada y en condiciones favorables. Este se desarrolla sin la intervención humana y está constituido por especies nativas, establecidas bajo regeneración natural, sin técnicas silviculturales contendidas en un plan de manejo forestal (Quej. G. A. 2015. pág. 29).

1.3.1.2. *Bosque artificial o plantación*

Se define así al bosque donde el hombre ha intervenido en su nacimiento o repoblación. Son cultivos que establece el hombre mediante procedimientos de plantación con especies nativas o exóticas. Y son manejados hasta su aprovechamiento por medio de un plan de manejo forestal.

1.3.2. Coníferas en Guatemala

De acuerdo con Quej Caal (2015) citado en Pereira Rodas, (1992) establece que:

Los bosques de coníferas y mixtos de Guatemala se distribuyen en una extensa área, en las regiones de oriente, centro y occidente, desde Chiquimula hasta Huehuetenango; además de una pequeña extensión en el norte, en Poptún. Peten, formando masa puras o asociadas con especies de latifoliadas, principalmente de los géneros **Quercus, Alnus y Liquidambar**. Ocupan una extensión territorial de 10,462.634 km^2 que representa el 9.58% de la cobertura boscosa del país. También indica que la distribución natural del mayor parte de bosques de coníferas y mixtos abarca principalmente desde los 500 a los 3,000 msnm, con excepción del ***Pinus caribaea*** (pino del norte), localizado desde los 0 hasta msnm, se desarrollan en una gran diversidad de suelos, principalmente en los suelos de origen volcánicos; loa árboles de los bosques de coníferas son maduros, con gran variedad de diámetros.

Las especies más representativas de los bosques de coníferas son: para el género **Pinus** las especies ***Pinus oocarpa*** (pino ocote), ***Pinus pseudostrobus*** (pino triste), ***Pinus maximinoii*** (pino candelillo), ***P. caribea*** (pino del norte); para el género **Cupressus*,*** las especies ***Cupressus lusitanica*** (ciprés común), para el género **Abies*,*** ***Abies guatemalensis*** (pinabete) (Pág. 12)

1.3.3. Manejo forestal (MF)

El manual para la elaboración de planes de manejo forestal en bosques de coníferas del Instituto Nacional de Bosques (INAB, 2001). Define al manejo forestal como el aprovechamiento sostenible de los productos deseados y de los servicios ambientales que provee el bosque, sin reducir sus valores inherentes ni su productividad futura. En términos simples, el manejo forestal se puede definir. Como la planificación y ejecución del aprovechamiento, recuperación y protección del bosque.

MF= Planificación y ejecución del aprovechamiento + recuperación + protección.

- Aprovechamiento: utilización de los productos y servicios que el bosque provee.

- Recuperación: técnicas silvícolas para tratar de retomar al bosque a su estado original próximo antes del aprovechamiento.
- Protección: técnicas para proveer al bosque y recursos conexos, de las condiciones necesarias para apoyar la producción de bienes y servicios.

Desde el punto de vista práctico, el manual para el manejo de bosques de coníferas del (INAB) establece que el manejo forestal se constituye como una secuencia de toma de decisiones por parte del administrador forestal, orientadas a alcanzar la sostenibilidad en el uso correcto del recurso.

Otra definición, que propone el manual del INAB sobre el manejo forestal en un bosque natural o artificial, es el de un conjunto de técnicas de intervenciones silviculturales entre las cuales son habituales los raleos, las podas, áreas de protección, cortas de liberación, cortas de saneamiento y cortas finales de producción con el objetivo de incrementar la productividad referida básicamente a la parte maderable. (pág. 13)

1.3.4. Plan de manejo forestal

Quej. G. (2015) citado por Alvarado J (2011). en su tesis *Plan de manejo forestal para la Cooperativa Integral Samac en Cobán, Alta Verapaz.* Define el plan de manejo forestal como: un documento de importancia, ya que en esté, el productor (silvicultor) establece claramente los objetivos del manejo forestal que realiza en su finca, así como los medios para lograrlos.

También, manifiesta que el documento debe de explicar los objetivos a largo plazo del manejo forestal, por ejemplo; la fijación de carbono, la conservación del medio ambiente, sistemas agroforestales, entre otros. Al igual que de incluir una descripción de la finca en general y de las superficies forestales en particular. Las actividades a realizar deberán considerar las restricciones que exige un adecuado manejo del medio ambiente, respecto a las leyes nacionales y las sanas prácticas de manejo de los recursos naturales. (pág. 14)

1.3.5. *Aspectos técnicos de apoyo para la formulación de un plan de manejo*

- **Información del bosque natural.** Es necesario para la formulación de un plan de manejo, Identificar al productor o empresa, parcialidad, así como al profesional que elabora el plan o proyecto. Además de presentar información general y catastral que permitan ubicar la finca, la situación de tendencia en que la misma se encuentra (propiedad registrada, derechos de posición, escritura pública, entre otros). En la cartografía se deberá incluir el mapa de mensura, con los datos catastrales correspondientes e información de los propietarios y colindantes.

1.3.6. La división del bosque

- ✓ **División natural**. Son separaciones naturales que se pueden tomar como criterios basadas en características similares que las distinguen de áreas continuas como: pendiente, la densidad número de árboles expresas en cobertura de copas, altura, edad.
- ✓ **Estratos.** Instituto Nacional de Bosques (INAB) *Manual para la elaboración de planes de manejo forestal en bosques de coníferas*. Guatemala: INAB., 2001. “Son divisiones realizadas en un área forestal, segregadas con base en características similares que las distinguen de áreas continuas. La estratificación se refiere a la división por estratos del bosque. El propósito inicial de la división es para la planificación del inventario forestal. Los criterios utilizados para la estratificación son: la densidad expresada en número de árboles o cobertura de copas, la altura, la edad”. (pág. 11)

Las estructuras de división se encuentran en forma natural en el bosque y posteriormente en el proceso de planificación forestal, sirve de bases para la división administrativa en rodales, sectores, compartimientos, tramos, cuarteles, principalmente (pag.12)

- ✓ **Rodales.** Se define como la unidad mínima geográficamente continua de bosque, que tiene como características: misma especie dominante, misma clase de edad, de altura, de pendiente, y calidad de sitio, principalmente

- ✓ **División administrativa.** Quej. G. (2015) Define con el término dasocrático. Persigue la agrupación de áreas con características homogéneas, en cuanto a su estructura forestal, características del terreno, caminos y periodo de intervención, como base para la ordenación forestal del sitio que se pretende manejar. Mediante la subdivisión del bosque en unidades dasocráticas se crea la posibilidad de un mayor control sobre la asignación de tratamientos en el calendario de ejecución. (pág. 15)

- ✓ **Descripción del medio**. Alvarado, (2011). Indica que “El plan de manejo deberá contener aspectos referidos a clima y suelos del predio boscoso. Características climáticas, podrá hacerse mención a la estación climatológica más cercana que permita describir el clima de la finca, los registros propios sobre precipitación, podrán agregarse al documento. (Pág. 25) Características edáficas, se deberá describir brevemente los suelos presentes en la finca, de acuerdo a las series de suelos presentes en el área. Asimismo, corresponde el tipo de relieve, identificar aquello rodales que presentan pendientes pronunciadas, las que pueden dar lugar a procesos de erosión por surcos o cárcavas. La información respecto a las características de los suelos correspondientes a cada rodal, deberá incluirse dentro del plan de manejo. (pág. 25)

- ✓ **Inventario**. El profesional responsable de implementar el plan de manejo presentará brevemente la metodología que aplicará para obtener información dasométrica. Describirá, además, cómo se ha realizado el cálculo de volumen y las variables utilizadas (DAP, altura, área basal, calidad de sitio). La información obtenida a partir de la realización del inventario y del procesamiento de los datos puede ser presentada en forma de tablas. Y debido a que el plan de manejo debe mantenerse actualizado, los inventarios forestales se realizaran en forma

periódica dependiendo el tipo de plan de manejo forestal". Normalmente, debe de disponer de información confiable que le permita tomar decisiones para que el bosque le produzca la máxima cantidad de productos de la mejor calidad, en el menor tiempo y al más bajo costo posible también nos ayuda a resolver las siguientes preguntas según Ferreira, (1991. Pág. 10):

¿Qué productos existen en el bosque, donde están y de que calidad son?

¿Cuál es la tasa de crecimiento del bosque?

¿Cuál es el volumen real total con corteza por hectárea del bosque?

¿Se debe aplicar un tratamiento silvicultural al bosque?

¿Qué tipo de tratamiento silvicultural se debe aplicar?

¿Cuántos árboles debo extraer?

¿Qué árboles debo extraer?

¿Cómo está la presencia del bosque?

¿Qué especies están presentes en el bosque, su aprovechamiento está permitido?

El inventario forestal es el método usado para recoger datos del bosque a manejar, la forma de procesarlos para referir información sobre la cantidad y calidad de los árboles, así como prescribir los tratamientos silvícolas en el periodo del plan de manejo, de acuerdo al objetivo previsto para el propietario del bosque, Ferreira. O. (1993, pág. 10).

Un inventario forestal debe tener un objetivo específico que indique en forma clara el tipo, cantidad y calidad de la información a tomar, si el objetivo no está bien claro, lo más probable será que los resultados sean incorrectos y como consecuencia las decisiones no serán las apropiadas.

- ✓ **Metodología del inventario**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. "Es la medición del total del bosque o de una muestra relativamente pequeña en relación a la extensión total del mismo con el objetivo de determinar sus

características dasometricas (Densidad, alturas, diámetros de árboles y estructurales específicamente su forma).

Las etapas para la realización de un inventario forestal comprenden: medición de superficies de los rodales, ubicación en el terreno (geoposición), determinación de la metodología muestreo o total, recopilación de los resultados, elaboración del mapa forestal" El primer paso para la realización de un inventario forestal es la ubicación y delimitación espacial del lugar a inventariar. Esta delimitación puede hacerse con un GPS o con herramientas tradicionales (hojas cartográficas). En esta primera etapa lo importante es la identificación de las referencias visuales en los rodales y su ubicación geográfica. Esto es para localizar y delimitar los estratos como pueden ser ríos, pendiente esto es parte de la división natural del bosque ya que al colocar estacas muchas veces no son visible para rodalizar la masa forestal en el bosque por eso es necesario tener referencias bien claras para no perderse en el bosque.

- ✓ **Clasificación de los inventarios según la forma de tomar datos**.

Inventarios totales o al 100%: todas las unidades de la población son medidas.
Inventario por muestreo sistemático: se establecen con parcelas de tamaño fijo, ya sea en fajas, por conglomerados, parcelas de tamaño variable.
Inventario por muestreo al azar: se establecen con parcelas de tamaño fijo, ya sea en fajas, por conglomerados, parcelas de tamaño variable.

En los inventarios al azar o sistemáticos normalmente se estratifica o rodaliza. La población se divide en estratos, sub poblaciones o rodales, y se selecciona una muestra de cada estrato en forma sistemática o al azar.

- ✓ **Tipo de inventarios.** La literatura define un inventario forestal como: un procedimiento que permite eficientemente recopilar información sobre la localización, cantidad, calidad, crecimiento y persistencias de un bosque, con el propósito de planificar acertadamente su manejo, de tal manera que su

producción se base en el rendimiento sostenible. Dentro de este concepto clásico se han definido varios tipos de inventarios forestales.

a) Según su objetivo

Inventario para aprovechamiento forestal: un inventario para plan de aprovechamiento es menos complejo en relación al inventario para plan de manejo, y la información debe hacer énfasis en el volumen actual de madera y las características del terreno.

Inventario para plan de manejo: el cual contiene dos aspectos; la persistencia de bosque, para la cual el inventario debe de dar información sobre la capacidad de regeneración del bosque.

- ✓ **Según la forma de toma de los datos**

Inventario por muestreo sistemático: la muestra constituida por diferentes parcelas de muestreo, se distribuyen siguiendo un patrón regular. Es decir, que, la distancia entre las diferentes parcelas, tanto horizontal como vertical puede ser la misma o equidistantes.

Inventario por muestreo aleatorio: la muestra se selecciona, aleatoriamente, es decir que, con base a un sorteo, las parcelas se eligen.

Inventario estratificado: la muestra se distribuye aleatoriamente o, sistemáticamente, en cada estrato o unidad homogénea de bosque, definido previamente.

Inventario por conglomerado: es más útil, pues, aumenta la eficiencia del trabajo, ya que las verdaderas unidades de muestreo (unidades secundarias), se distribuyen alrededor de las unidades primarias (conglomerado) estas dos se distribuyen en forma sistemática o aleatoria.

Inventario 100% o censo forestal: normalmente se hace para trabajos de investigación o para determinar las existencias en áreas pequeñas.

C) Según el grado de precisión

Inventario detallado: el error de muestreo, en este tipo de inventario debe estar entre 5-10 %.

Inventario semi-detallado: el error de muestreo debe de ser entre 10-15 %.

Inventario exploratorio: el error de muestreo en este caso debe estar entre 15-20%.

Inventario de reconocimiento: no se indica el error de muestreo, pues no es necesario el Muestre de campo, el que se reemplazara por un reconocimiento de ortofotos, un recorrido de campo.

- Tipos de parcelas de muestreo
- Parcelas circulares

En parcelas pequeñas, con una cantidad reducida de árboles cercanos al límite de la parcela, puede emplearse una simple apreciación ocular de dimensión estable para comprobar la inclusión o exclusión de árboles dudosos. Este procedimiento puede resultar sesgado a la subjetividad en la identificación de los árboles dudosos. Otros procedimientos, más seguros y eficientes, consisten en emplear distanciómetros ópticos o electrónicos que permiten determinar con rapidez y objetividad la posición de los árboles respecto al límite de la parcela (Prodan et al, 1997).

1.3.7. Información ambiental

Alvarado, (2011). Dice que “Es conveniente incluir en el plan de manejo aspectos importantes sobre la conservación del medio ambiente y la producción de servicios ambientales. Por ejemplo, indicar si existen áreas o ambientes de singular importancia para la conservación”.(pág. 25).

1.3.8. Ecología

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2005). Nos dice que la ecología es “la ciencia que estudia las interacciones de los organismos en y hacia su medio

ambiente". Es el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente, el cual es el complejo de los factores que ejercen influencia. La ecología no es una ciencia restringida a un campo definido, sino que se extiende a través de todas las ciencias, enfocándolas hacia un entendimiento de las relaciones entre los organismos y el ambiente para llegar a conocer las leyes de la naturaleza (Daubenmire, 1990, p. 496).

- **Indicadores ecológicos**. Se refiere a ciertas especies que, debido a sus exigencias ambientales bien definidas y a su presencia en determinada área o lugar, pueden tomarse como indicio o señal de que en ellas existen las condiciones ecológicas por ellas requeridas (González, 2005, pág. 7).

- **Regeneración natural**. Se define como la vegetación arbórea que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo, formando parte de un proceso natural de renovación del bosque (INAFOR, 2006). La regeneración natural se presenta en los estados de plántula, brinzal, latizal y fustal (Pinelo, 2004, pág. 28).

- **Plántula**. Estado de desarrollo del esporofito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, consta de raíz, tallo, yemas y hojas. En general, alcanza unos 6 a 8 cm y uno de dos pares de hojas Individuos menores de 0.30 m. de altura (González, 2005, pág. 8).

- **Brinzal**. Etapa de desarrollo de un rodal correspondiente a cuando la regeneración se presenta en forma de manchas y los ejemplares mayores de 0.30 m hasta 1.49 m de altura y diámetro altura del pecho menores (DAP) de 0.5 m (González, 2005, pág. 8).

- **Latiza**l. Etapa de desarrollo de un rodal en que se intensifica la poda natural en los individuos, y se alcanza el máximo crecimiento en altura. Se inicia la

diferencia de copas, Individuos de 0.5 m a 0.9 m de diámetro altura del pecho (DAP) y altura mayor de 1.50 m (González, 2005, p. 8).

- **Fustal**. Etapa de desarrollo de un rodal en que se alcanza la madurez de los individuos. Se termina la poda natural. La altura de los ejemplares supera los 20 m y el diámetro altura del pecho (DAP) mayor a 0.10 m hasta 0.30 m (González, 2005, p. 8).

1.3.9. Cartografía

Chocooj, cita a Alvarado (1996), indica que En la formulación del plan de manejo la cartografía es un aspecto fundamental que debe de incluirse, por ejemplo; un croquis de ubicación y acceso, plano general de la propiedad con la identificación de los rodales forestales, mapa de uso actual, mapa de pendientes, mapa de intervención, mapas de extracción si se va a realizar raleos o cortas, mapas cartográficos, entre otros. Indicar los rodales existentes, ubicación de caminos, calles corta fuego, identificación numérica de los rodales, medidas lineales y superficie. (pág. 20)

- ✓ **Estratificación del bosque y mapeo**. El mapeo forestal requiere de mapas base del área, fotos aéreas y eventualmente imágenes recientes de satélite para la delimitación de zonas desmontadas o de colonización. La estratificación del bosque para fines de manejo forestal (concesiones, comunidades) debe realizarse mediante la fotointerpretación estereoscópica. La escala de las fotos aéreas debe ser en función del tamaño del área estudiada con un mínimo de 1:50,000.

Basándose en el criterio estadístico de la estratificación, cada estrato (tipo de bosque) por sí debe ser lo más homogéneo posible en cuanto al parámetro de interés (volumen por hectárea), mientras la diferencia entre los estratos debe ser pronunciada. En este sentido es conveniente diferenciar en estratos de alto, medio y bajo volumen.

El volumen se refleja en la altura y densidad de los árboles. Estos parámetros son importantes para la estratificación del bosque, junto con los parámetros (fisiografía) que puedan caracterizar los diferentes tipos de bosque y deben formar parte de una clave bien definida. En el sentido estadístico no es conveniente definir más de cinco estratos porque la diferencia entre los estratos en este caso ya no sería pronunciada y el número de unidades de muestreo por estrato no sería suficiente.

El resultado de la estratificación es la tipificación del bosque que es el contenido principal del mapa forestal, junto con los accidentes fisiográficos y la infraestructura del área (mapa base) y zonas recientemente desmontadas (según la información de imágenes satelares).

1.3.10. Definición de la textura del suelo

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

1.3.11. Estado sanitario

Se refiere a toda Información relacionada a la posible existencia de agentes naturales estén ocasionando problemas al desarrollo normal del bosque. Su consideración es importante para establecer el diseño del plan de cortas. Presencia de barrenadores, descortezadores, roya, arboles afectados por incendios, resinación, ocoteo, entre otros.

1.3.12. Valores de importancia en un inventario forestal.

Amprecht, (1990), indica que los muestreos permiten el cálculo de una serie de parámetros característicos, entre ellos:

1.3.12.1. *Las abundancias*

No son más que el número de árboles por especie. Se distingue entre abundancias absolutas (número de individuos/especie) y relativas (proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles).

1.3.12.2. *Las frecuencias*

No son más que la existencia o la falta de una especie en determinada subparcela. La frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia en todas las subparcelas). La frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies. Las frecuencias dan una primera idea aproximada de la homogeneidad de un bosque.

1.3.12.3. *Las dominancias*

Son el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. Se definen como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La suma de las proyecciones de las copas de todos los individuos de una especie determina su dominancia p. ejemplo en m^2. A causa de la estructura vertical compleja de los bosques tropicales, la determinación de las proyecciones de las copas resulta en extremo complicado, trabajoso y en algunos casos imposible de realizar. Por ello generalmente éstas no son evaluadas, sino se emplean las áreas basales, calculadas como sustituto de los verdaderos valores de dominancia.

Este proceder es justificable, ya que las investigaciones al respecto han demostrado que, por regla general, existe una correlación lineal relativamente alta entre el diámetro de la copa y el del fuste. Como dominancia absoluta de una especie es definida la suma de las áreas basales individuales, expresadas en metros cuadrados.

La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área basal total evaluada (= 100%).

Los valores de abundancia, frecuencia y dominancia, pueden ser calculados no solo para las especies, sino también p. ejemplo para determinados géneros, familias, formas de vida, así como también para clases/categorías de altura del vuelo.

Desde hace mucho tiempo, se intenta correlacionar los resultados individuales de los análisis que se realizan. El llamado índice de valor de importancia formulado por Curtis y Macintosh (1951) citados por Lamprecht (1990), es posiblemente el más conocido. Este es calculado para cada especie, a partir de la suma de abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa. Con este índice es posible comparar el peso ecológico de cada especie, dentro del tipo de bosque correspondiente. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, en sus estructuras, en lo referente al sitio y a la dinámica.

1.4. Marco legal

Para el país en el tema ambiental tiene un marco regulatorio aplicable a los recursos naturales, tiene su origen en la Constitución Política de la República de Guatemala, instrumento por la cual el estado de Guatemala, garantiza la conservación y protección de los recursos naturales y el medio ambiente, para tales efectos estipula que el gobierno nacional y las municipalidades deben velar para la aplicación de las leyes y artículos establecidos en beneficio del país de Guatemala.

La Constitución Política de la República de Guatemala, de fecha 17 de noviembre de 1993. (

Medio Ambiente y equilibrio ecológico. Que el estado y Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación". (Art. 97).

La norma constitucional estipula tres actores responsables y obligados de propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, ellos son: El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional. Para darle cumplimiento a la norma constitucional en referencia se promulgo: “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”, “Ley Forestal”, “Ley de Minería”, “Ley del Consejo Nacional y de Áreas Protegidas”, “Ley de Caza”, “Código de Salud”, “Código Municipal”, “Código Penal” y la creación de MAR.

Reforestación. Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo las resinas, gomas, productos vegetales silvestres no cultivados y demás productos similares, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos, corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecos, individua les o jurídicas. Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección. (Art. 126).

El Acuerdo Gubernativo No. 186-01. Reglamento orgánico interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, del año 2001.

Artículo. 9 inciso j, Incluir en todos los esquemas la plena participación de las mujeres en los procesos de formulación de políticas, estrategias y programa ambientales, garantizando su pleno acceso y beneficios por el uso y manejo del ambiente y los recursos naturales.

Por medio de las bases legales descritas anteriormente se sustenta la investigación y se establece que la regeneración natural y cuidado de los bosques es de interés para el estado de Guatemala.

El Decreto Legislativo No. 68-86. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente de fecha 15 de diciembre de 1986.

Este decreto tiene por objetivos de la ley, indicar que en el: inciso b, la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen el deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes; y el inciso c, orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.

El Decreto Legislativo No. 101-96. Ley del desarrollo forestal y Planes de manejo de fecha 04 de diciembre de 1996.

Es un programa de acciones desarrolladas técnicamente, que conducen a la ordenación silvicultural, de un bosque, con valor de mercado o no, asegurando la conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales.

El manejo forestal en Guatemala, ha sido una intención que se ha planteado en las diferentes legislaciones con las que el país ha contado, sin embar6go, los resultados obtenidos han sido reducidos, principalmente por falta de objetivos de largo plazo concretamente definidos, además de la falta de claridad conceptual del manejo forestal como base de una adecuada ordenación forestal, falta de políticas estatales de desarrollo coherentes que apoyaran el uso adecuado de los recursos naturales, entre las principales.

El Decreto Legislativo No. 110-96. Ley de áreas protegidas de fecha 12 de diciembre de 1996.

La Ley de Áreas Protegidas y del Congreso de la República de Guatemala declara en el capítulo uno de la conformación de las áreas protegidas que: son áreas protegidas, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones

naturales y culturales, que tengan alta significación para su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos, de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, a fin de mantener opciones de desarrollo sostenible.

Fuentes de agua. Como programa prioritario del "SIGAP", se crea el Subsistema de Conservación de los Bosques Pluviales, de tal manera de asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca. Dentro de él podrá haber reservas naturales privadas. (Art. 13).

El Decreto Legislativo No. 52-2005. Ley Forestal especificaciones de manejo forestal y regeneración natural de fecha 06 de diciembre de 2005.

La ley forestal decreta en la resolución No. 01.43.2005 el manejo forestal deberá contemplar las cuatro etapas:

a) **Planificación:** que incluye la elaboración del inventario, Plan de Manejo Forestal y planes operativos;

b) **Aprovechamiento:** que incluye, la localización de la extensión a aprovechar, la planeación de la infraestructura necesaria para el aprovechamiento, el transporte y consideraciones acerca de la tala;

c) **Silvicultura:** que incluye, la determinación de los sistemas de regeneración del bosque y el tipo y secuencia de tratamientos silviculturales a aplicar a fin de favorecer el máximo rendimiento.

d) **Protección:** que incluye, todas las medidas necesarias para eliminar o reducir el riesgo e implementar el control del ataque de plagas y enfermedades, incendios forestales, talas ilícitas, y otros aspectos que atenten contra el manejo forestal sostenible.

La regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura forestal altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

Por otro lado, la regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

a) Regeneración natural: establecida a través de la semilla proveniente de árboles semilleros, del banco de semillas del suelo, del manejo de rebrotes de especies deseables o de la combinación de estos.

b) Regeneración artificial: que puede ser establecida por la dispersión dirigida de semillas, establecimiento de plantaciones puras, plantaciones de enriquecimiento, sistemas agroforestales u otra práctica que sea promisoria en el sitio a regenerar.

El Decreto Legislativo No. 2-2015. Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala de fecha 17 de marzo 2015.

El Congreso de la República, Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala, declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación del país y la conservación de los bosques y establece como obligación del Estado, adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma efectiva; para dar cumplimiento a esa disposición Constitucional PROBOSQUE, establece que la aplicación de la presente Ley está bajo la competencia del Instituto Nacional de Bosques.

El Acuerdo Legislativo No. 137-2016. Ley de la creación del misterio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala de fecha 11 de julio de 2016.

Que conforme a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, contenida en el Decreto Número 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, corresponde al Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciar el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; y por su parte la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto Número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, establece que es función del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado.

Opiniones obligatorias. Todos los proyectos, obras, industrias o actividades que se encuentren en áreas protegidas deberán contar a su ingreso con opinión del Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- y en el caso de no encontrarse dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP-, se deberá de incluir un acta notarial de declaración jurada del proponente en donde deje constancia de que el proyecto, obra, industria o actividad a realizar, no se encuentra en área protegida. En los casos que se encuentren con incentivos forestales aprobados por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) deberán contar a su ingreso con resolución aprobatoria y plan de manejo forestal, cuando exista cambio de uso de suelo deberá presentarse el instrumento ambiental que corresponda en la categoría que la Dirección de Gestión Ambiental y de Recursos Naturales (DIGARN) o las delegaciones departamentales establezcan. (Art. 29).

Capítulo II

2.1. Planteamiento del problema

El área que ocupa la masa forestal del Barrio Santa Ana, está constituida mayormente por la especie de pino de ocote *(**Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.Perry que es la que predomina, y dos especies que no tienen mucha relevancia como lo son: ciprés común (***Cupressus lusitanica**)* y encino (***Quercus spp**.)*, que están presente pero no se constituyeron en el inventario forestal. Por otro lado, la conformación del bosque está definida por tres diferentes clases de desarrollo o estratos, siendo ellas: rodal muy denso, rodal denso y rodal ralo.

El bosque de coníferas del Barrio Santa Ana representa grandes beneficios, tales como él constituir el hábitat para determinadas especies de flora y fauna, resguardo de nacimientos de agua, usos recreativos, generación de oxígeno, entre otros. Debido a su importancia en la generación de beneficios y a la problemática actual de la deforestación indiscriminada, y la depredación de especies y a la falta de un documento técnico que contenga información dasométrica y estructural para el manejo sostenible del mismo, se plantea realizar la formulación de un inventario forestal con fines de protección con el propósito de definir estrategias para la conservación del recurso bosque. El área de la masa forestal del Barrio Santa Ana, en la actualidad no posee ningún estudio técnico relacionado a un inventario o plan de manejo forestal.

Por otra parte, uno de los componentes importantes para promover el manejo y recuperación de la masa forestal, es a través de la conservación, como herramienta básica, además se necesita conocer cómo se encuentra el estado del bosque, siendo esta de importancia para la sustentabilidad de los ecosistemas forestales que se considera fuente de recarga hídrica, las cuales provee de agua y regulación del ciclo hidrológico a la población de Momostenango. Por lo consiguiente, a través de ello se puedan implementar programas para la protección de la belleza escénica o manejo de masas forestales, sin embargo, tales recursos no se han evaluado cuantitativamente y cualitativamente.

En relación a lo anteriormente mencionado se desarrolló la investigación, con el fin de apoyar y contribuir a conservación y aplicación de técnicas silviculturas del bosque del Barrio Santa Ana, la cual se logró determinar cómo se encuentra su estado de desarrollo en cada uno de los estratos: pudiendo ser maduro, joven o regeneración natural; todo ello permitirá determinar en qué fase de desarrollo se encuentra y que diámetros han alcanzado.

Las preguntas que generaron el problema son las siguientes:

1. ¿Qué clase de estratos tiene el bosque del Barrio Santa Ana del municipio de Momostenango?

2. ¿Cuál será la carga volumétrica de la masa forestal del bosque del Barrio Santa Ana?

3. ¿Qué tipos de daños (mecánicos y biológicos) posee el bosque del Barrio Santa Ana?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General.

Analizar el estado actual de la masa forestal a través de las variables dasométricas, estructurales y fitosanitaria del bosque ubicado en el Barrio Santa Ana de Momostenango.

2.2.2. Objetivos específicos.

- Establecer las diferentes clases de estratos del bosque comunal del Barrio Santa Ana.
- Determinar la carga volumétrica de la masa forestal del bosque de Santa Ana para obtener un inventario forestal.
- Identificar el estado fitosanitario del bosque comunal Barrio Santa Ana Momostenango, para proponer tratamientos silviculturales.
- Generar una propuesta basada en los resultados obtenidos en el proceso de investigación.

Según Martínez. (2013). “No todas las investigaciones se plantea hipótesis ni se postulan en todos los tipos de estudios. En este sentido, los estudios exploratorios y descriptivos, aunque siempre contiene una hipótesis implícita, no necesariamente la contiene de forma explícita” (pág. 29). Esto depende del enfoque, y el alcance del estudio que se define al inicio de la indagación. La investigación no contiene hipótesis porque es una investigación descriptiva, exploratorio.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Población de ***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry

2.3.2. Variable dependiente.

Dasometricas, estructurales y estado fitosanitario

2.4. Definición de las variables

2.4.1. Población de *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J.P. Perry

Especie vegetativa que crece en condiciones ambientales específicas, en una superficie forestal, particularmente es especie leñosa. Que constituyen un rodal, cubierta forestal. Se determina por la observación y recorrido en el bosque.

2.4.2. Dasometricas

Rama de la dasonomía que se ocupa de las mediciones forestales, así como el estudio del crecimiento de los árboles, se concreta en la captación de información de los montos a través de los inventarios forestales.

2.4.2.1. Volumen de la madera

Cubicación de trozas de diferentes medidas de una cantidad de madera en rollo o aserrada a partir de sus dimensiones reales. En el caso de madera en rollo se puede determinar por inmersión o bien cortando los fustes en trozos entre uno y dos metros de longitud que se cubican con las fórmulas de cubicación comercial. Se obtiene mediante dos valores que son: el diámetro y la altura.

2.4.2.2. Área basal

Superficie de la sección del tronco de un árbol a 1,30 m del nivel del suelo, expresada generalmente en m2 // (Sel. & Ord. For.) Referida a una especie, es la suma de las áreas basimétricas de sus individuos. Para una masa arbórea es la suma del área basimétrica de todos los árboles que la forman. Se expresa por unidad de superficie. La obtención del área basal es por medio del diámetro dividido según el tramo de la parcela por superficie de área.

2.4.2.3. Diámetro.

Medición que se realiza del suelo a 1.30 m. del fuste del árbol para poder obtener este valor. Se obtiene este valor con la cinta diamétrica o cinta métrica solo que la segunda hay que dividirlo en pi = 3.1416 para obtener el dato ya que es diámetro

2.4.2.4. Altura

Distancia entre el suelo junto al tronco de un árbol hasta el nivel más alto de la copa. Ese se determina con la ayuda del hipsómetro la cual se realiza desde una distancia de 10, 15, 20 m la cual se realizan dos mediada una al ápice y la otra a la base del tronco.

2.4.3. Estructurales

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de la abundancia, frecuencia y dominancia.

2.4.3.1. Densidad

Dasom. Número de pies por hectárea. Peso de la madera a un nivel de humedad conocido dividido por su volumen. Puede referirse al número de plantas, fustes, entre otros por hectárea.

2.4.3.2. Abundancia

Concentración de árboles en un área boscosa por hectárea, que pueden ser plántulas, brinzales, latizales, fustales. Esto se determina con una hoja de cálculo de Excel por medio del inventario forestal.

2.4.3.3. Frecuencia

Número de veces que aparece los diámetros en agrupaciones por clase diamétrica. Se determinará con la calificación de la variable de diámetro en una hoja de cálculo de Excel. Para ordenar seguidamen el inventario forestal.

2.4.4. Estado fitosanitario.

Condición que salud que guarda u árbol y el cual se aprecia a simple vista por el vigor, color y turgencia de su follaje, o bien del marchitamiento ocasionada por los daños inducidos, tanto físicos, antropológicos, o por el ataque de patógenos. Se realiza por observación utilizando una boleta de campo para describir y establecer qué clase de daños tiene y así poder determinar el estado fitosanitario.

2.5. Operacionalización de las Variables

Tabla No. 1. Operacionalización de variable independientes.

Variable	Indicador	Sub indicador	Definición teórica	Definición operacional	Valor	Método	Instrumento
Población de ***Pinus tecunumanii***	Especie	Identificación	Unidad básica de clasificación biológica	Agrupación de árboles con características iguales.	Nominal	Observación directa	Boleta de campo
		Estratificación	Categorización que presentan las plantas en un ecosistema	Áreas con diferentes rasgos arbóreos.	Ordinal		

Fuente: elaboración propia Operacionalización de las variables, 28 de septiembre del año 2018

Tabla No. 2. **Operacionalización de variable dependientes.**

Variable	**Indicador**	**Sub indicador**	**Definición teórica**	**Definición operacional**	**Valor**	**Método**	**Instrumento**
Dasométricas	Características dasométricas	Volumen	Espacio que ocupa los árboles	Mediación que se obtiene con diámetro y la altura	Continua m^3	Ecuación volumétrica	Boleta de campo, metro, GPS.
		Área basal	Espacio que ocupa un árbol	Espacio que ocupa un árbol en m^2	Continua m^2	Ecuación bisimétrica	
		Altura	Distancia del suelo al ápice del árbol	Distancia del suelo al ápice del árbol con hipsómetro	Continua m	Ecuación	

Tabla No. 3. **Operacionalización de variable dependientes.**

Variable	Indicador	Sub indicador	Definición teórica	Definición operacional	Valor	Método	Instrumento
Estructurales	Inventario	Densidad	Relación entre masa y volumen	Relación entre masa y volumen	Discretas No. abr/ha	Estadístico	Boleta de campo
		Abundancia	Gran cantidad de árboles en un área	Gran cantidad de árboles en un área	Discretas	Estadístico	
		Frecuencia	Número de veces que se repite un objeto	Agrupación de diámetros por clase diamétrica	Discretas	Estadístico	

Fuente: elaboración propia Operacionalización de las variables, 28 de septiembre del año 2018.

Tabla No. 4. **Operacionalización de variable dependiente.**

Variable	**Indicador**	**Sub indicador**	**Definición teórica**	**Definición operacional**	**Valor**	**Método**	**Instrumento**
Estado fitosanitario	Condición de salud del árbol.	Daño mecánico	Causado por algún objeto como lo puede ser el ocoteo en muchos casos	Por observación y evolución en una boleta con escala de 1 a 3	**Ordinal** (Ocoteo, machetazo)	Observación directa	Boleta de campo y libreta de campo
		Daño biológico o Plagas	Daño causado por insectos, nematodos, hongos	Evaluación de 1 a 3 para saber que tanto daño tiene el árbol.	**Ordinal** (Insectos, Hongos, nematodos)		
		Calidad de fuste	Se define por propiedades externas o morfológicas	Determinación por observación y evaluación de 1 a 3 para determinar la calidad de fuste.	**Ordinal** (Recto Sinuoso Torcido)		

Fuente: elaboración propia Operacionalización de las variables, 28 de septiembre del año 2018.

2.6. Alcance

2.6.1 Geográfico

La investigación se ejecutó en el bosque comunal del Barrio Santa Ana, el cual cuenta con un área de 103 hectáreas, se ubica al noreste del municipio de Momostenango, departamento de Totonicapán, y este a su vez pertenece a la Región VI.

2.6.2. Social

Se trabajó en conjunto con las autoridades comunitarias del Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango, con personal técnico de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), para poder realizar las mediciones dasométricas del bosque de pino ocote (***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry)***.***

2.6.3. Temporal

La investigación abarcó un periodo de tiempo el cual consistió en quince meses para su planificación, ejecución, análisis, propuesta y presentación final de la investigación, comprendida entre las fechas de julio del 2018 a septiembre del 2019.

2.7. Límites

2.7.1 Financieros

Para el tesista se vio limitado los recursos económicos para sufragar los gastos de la investigación ya que se tuvo que recabar, medir y calcular los datos en campo. Por otro lado, para la ejecución del EPS, fue necesario contar con el apoyo del programa EPSUM- USAC, a través de una beca para poder realizar la investigación.

2.7.2. Geográfico

La investigación se enfocó en el bosque comunal del Barrio Santa Ana del municipio de Momostenango, Totonicapán.

2.7.3 Social

La falta de interés e involucramiento en el tema de parte de los comunitarios y en ocasiones por motivos familiares no se contó con su apoyo en algunas mediciones de campo. La investigación se vio afectada ya que se demoró conseguir las autorizaciones correspondientes para poder realizar la misma. Por consiguiente, se vio limitado las actividades que se realizaron en el bosque del Barrio Santa Ana.

2.8. Aportes

2.8.1 Técnico

El aporte técnico que la investigación brinda a los usuarios del bosque del Barrio Santa Ana y la Unidad de Gestión Ambiental Municipal –UGAM- es el poder reconocer la importancia de la dinámica del bosque y como estos se clasifican en diferentes estados de desarrollos como lo son: latizal, brinzal y fustal.

2.8.2. Social

La investigación se enfocó específicamente al comportamiento de la masa boscosa del bosque comunal del Barrio Santa Ana, para darle un manejo adecuado al estado de desarrollo de cada uno de los estratos y niveles como lo son: latizales, brinzales, fustales, contribuyendo de esta manera al cuidado y conservación del medio natural de la comunidad en general.

2.8.3. Profesional

La importancia que tiene la realización de dicha investigación es la obtención de datos cualitativos y cuantitativos para conocer el comportamiento del bosque y poder ser analizados en el ámbito forestal y ambiental.

Capítulo III

3.1. Metodología

3.1.1. Enfoque de la investigación

Es una investigación no experimental con enfoque mixto, con enlace de estudio exploratorio la cual se recabo y vínculo datos de las parcelas del inventario forestal para después analizar cada uno de los resultados esto con el fin de responder al planteamiento del problema.

3.1.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptivo y analítico ya que se observó, describió e interpreto el comportamiento y calidad de los estratos obtenidos en el inventario forestal en sus variables de: diámetro, altura, área basimétrica, densidad, estado fitosanitario y volumen. Esto quiere decir, que se abordaron en tesis las variables cuantitativas y las cualitativas respectivamente.

Transversal: se analizó la relación entre la variable independiente (masa boscosa) y variable dependiente (diámetro, altura y volumen), para determinar si existe alguna dependencia en cuanto a la abundancia de la masa arbórea. Por otro lado, cualidades como sanidad y calidad de fuste con estos datos se puede obtener el comportamiento y estado del bosque natural, de esa cuenta se puede calcular su densidad y proponer un manejo del bosque.

3.1.3. Método

En esta investigación sobre el inventario forestal del bosque, se utilizaron los siguientes métodos

3.1.3.1. *Método inductivo*

En el bosque del Barrio Santa Ana se determinó el área de la masa forestal a través de la medición de alturas, diámetros de todos los árboles forestales y su respectiva clase de desarrollo, obteniendo los datos por clase diamétrica, todo ello para poder llegar a la generalidad del bosque, se realizó un inventario forestal, dando como resultado la dominancia del pino ocote (***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry), dicha información se obtuvo de la aplicación del método inductivo.

3.1.3.2. *Método deductivo*

Se utilizó para analizar todos los datos dasométricos y estructurales de la masa forestal antes mencionados, para luego poder analizarlos por clase y su desarrollo morfológico por estrato, utilizando la hoja de cálculo del software Excel*;* dando como resultado una base de datos generales poder obtener información específica.

3.1.4. Técnicas e instrumentos

Para la realización de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

3.1.4.1*. Observación*

Se utilizó desde el primer día una libreta de campo para registrar toda la información dasométrica y estructural, llevándose a cabo recorridos con autoridades comunales del Barrio Santa Ana y técnicos de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), para delimitar el área para la ejecución de la presente investigación del inventario forestal de pino ocote (***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry), también se realizaron las observaciones para poder determinar la calidad y el estado fitosanitario del área de estudio.

3.1.4.2. *Análisis de contenido*

Se aplicó esta técnica para llegar a la finalidad de la investigación, la cual requería datos bibliométricos analizados para poder obtener las interpretaciones y trabajar los datos de una manera ordenada, clasificada y categorizada, determinando diámetros, alturas, cantidad de árboles, área basal del bosque con datos cuantitativos, todo con enfoque estratificado.

3.1.4.3. *Revisión bibliográfica*

Se adquirió información a través de los medios físicos como libros, revistas, folletos, tesis, páginas web para recopilar y complementar la información dasométrica-estructural lo cual permitió sustentar el inventario forestal, complementar las características cuantitativas y cualitativas de un buen bosque, de los procesos de crecimiento y desarrollo de la masa forestal, para brindar soportes técnicos y científicos a la investigación.

3.1.4.4. *Hojas cartográficas*

A través del Software Arc Gis 10.1. Se utilizó para la ubicación del bosque y normalizar información proveniente de diversas fuentes secundarias, estas hojas cartográficas han facilitado la recopilación de aspectos requeridos y características como pendiente y vías de acceso para llegar al bosque comunal. Así también para la estratificación del área a investigar y generar los diversos mapas. Se utilizaron hojas cartográficas del año 2006 ya que es con las que se cuentan por parte del tesista, ya que obtener hojas cartográficas recientes, son de un valor económico alto.

3.1.4.7. *Boleta de campo*

Es una herramienta de evaluación y recolección de datos cuantitativos y cualitativos previamente establecidos, en la cual se calificó las variables dasométricas- estructurales obtenidos en el campo, ya que la investigación requirió de estos datos dasométricos para el inventario forestal. Para ello se utilizó una boleta de campo para obtener la información requerida. (Ver apéndice No. 1)

3.1.5. Muestreo

Se seleccionaron muestras representativas de la población forestal, cuya función básica es determinar la parte dasométrica de la masa arbórea.

3.1.5.1. Tipos de muestreo

Se utilizó el muestreo probabilístico para la toma de datos de las parcelas ya que de esa manera se pudo obtener dados representativos del bosque y no tener sesgos en la información.

3.1.5.1.1 Muestreo sistemático

La mejor forma de delimitar parcelas circulares es trazando diagonales desde el centro (Prodan et al, 1997). Esta operación puede hacerse con eficiencia y precisión empleando estacas de material estable y resistente con las diagonales marcadas, que se monta en el centro de la parcela. Las parcelas de forma circular se emplean principalmente cuando las unidades de muestreo son de gran tamaño. En este caso, en el inventario forestal consistió en distribuir una red de parcelas ordenadas conforme a una geometría regular, sobre el área que se muestreo. La distribución se inició localizando aleatoriamente una unidad cualquiera de la red.

El diseño adecuado en inventarios forestales es la distribución sistemática de unidades muéstrales. Los beneficios son los siguientes:

En la mayoría de los casos se logra una representación más uniforme de la población.

Es posible distribuir las unidades muestrales en terreno, aun careciendo de una representación cartográfica del bosque. La localización de las unidades es generalmente más eficiente.

Con frecuencia resulta más eficiente que el muestreo aleatorio simple, ya que se obtiene un menor error de estimación para un mismo tamaño muestral.

Los principios de este diseño son: que sobre una población arbórea se distribuye una muestra de "**n**" unidades o parcelas, ordenadas sistemáticamente, con una partida al azar.

La red completa de unidades puede considerarse como un conglomerado sistemático, con un grado extremo de espaciamiento entre sus elementos. De este hecho se deduce lo siguiente, puesto que los estimadores más son aplicables en este caso:

Toda la red sistemática constituye una sola unidad muestral independiente.

El promedio de la **n** unidades de la red, expendido a totales por unidad de superficie, tiene como esperanza el valor poblacional Y/A; luego, la red sistemática proporciona estimaciones insesgadas de los parámetros poblacionales. Las intensidades mínimas se fijan en función de la superficie total de los estratos forestales. Las intensidades de muestreo pueden variar en los diferentes estratos según su importancia y valor económico; siempre y cuando se alcance la intensidad mínima en el muestreo total de los estratos forestales, (Dauber, 1,995).

3.1.5.1.2 Muestreo no probabilístico intencional

Este tipo de muestra se utilizó con el propósito de recabar información específica y directa del área de investigación siendo las características morfológicas (mecánicas y biológicas) las deseadas, para dicha tesis, ya que son aspectos específicos las que se buscan en la masa forestal y en el inventario. Por tal razón se utiliza el muestreo no probabilístico ya que no todos los árboles fueron tomados en cuenta en la recopilación de esta información.

3.1.5.2 *Criterio de aplicación*

Se desarrolló con las siguientes fases divididas en dos:

a) Levantamiento de parcelas
b) Estado fitosanitario

Conllevó los subsiguientes pasos:

- El proceso que se realizó en la ejecución del muestreo sistemático para determinar los puntos para la realización de las parcelas forestales, consistió en delimitar el área del bosque comunal del Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango. Se propone determinar el área total del bosque, utilizando la herramienta Arc Gis. y GPS para la ubicación de los puntos de referencia.

- Posteriormente se delimitó los estratos, pudiendo ser: muy denso, denso, ralo, este proceso se utilizó para tener datos sólidos y confiables en el bosque.

- El total de muestras (parcelas) recabadas en toda el área del bosque fue a través de 17 parcelas forestales circulares que estuvieron distribuidas sistemáticamente a un distanciamiento considerable en el campo forestal.

- Para obtener una variabilidad y confiabilidad en los datos se realizó una distribución de parcelas en cada uno de los estratos definidos para obtener representatividad del bosque de Barrio Santa Ana.

- Para ubicar cada punto en el bosque se extrajo las coordenadas GTM del mapa realizado en Arc Gis 10.3 y cargarlos al GPS ubicando así de manera más rápida y confiable cada unidad de estudio.

3.1.5.3 *Tamaño y forma de las parcelas para el plan de manejo forestal*

De acuerdo con el manual forestal del Instituto Nacional de Bosques INAB (2001), recomiendan por lo general se utilicen parcelas de 0.1 hectáreas de forma circulares que tiene un radio de 17.84 metros para disminuir los árboles que están en el perímetro; esto es una ventaja con relación a las parcelas cuadradas o rectangulares por el tipo de terreno ya que en su mayoría presenta mucha pendiente y dificulta la realización del inventario forestal tal como se muestra a continuación:

Tabla No. 5. Tamaño y forma de la parcela

Descripción	Tamaño de parcela	Forma de parcela
Fustal: arboles mayores de 10 ≥cm de DAP.	0.1 hectáreas	Circular

Fuente: elaboración propia tamaño y forma de la parcela

Los fustales fueron tomados de 10 ≥ cm ya que la industria de la madera solo acepta ese diámetro mínimo para la realización de tarimas, por eso no se toman en cuenta diámetros menores de 10 cm ya que en el inventario en su mayoría es para el aprovechamiento de aserraderos.

3.1.5.3.1. Forma de la parcela

Según las recomendaciones de los autores, la forma de las parcelas de muestreo fueron circulares, lo que redujo los costos, baja relación entre el perímetro, área, disminución del error de marcación y medición correspondiente.

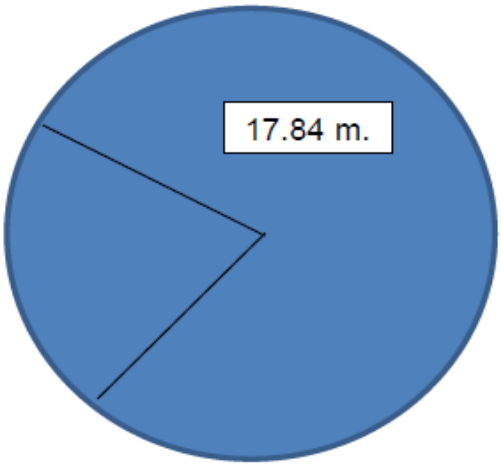


Figura No. 1. Forma de la parcela

Fuente: INAB Manual técnico, año 1999.

3.1.6. Fases de la investigación

3.1.6.1. Diseño y aprobación de proyecto de investigación

Se elaboró un plan de investigación para establecer el tema a indagar y datos generales que se realizaron durante el proceso, colocando el título del tema, la introducción, antecedentes, marco teórico y legal, planteamiento del problema, variables, objetivos, metodología, alcances, límites, aportes, impactos, anexos y referencia bibliográfica, siendo estos elementos fundamentales para la iniciación de una investigación. Seguidamente el plan de investigación fue revisado y aprobado por el asesor, terna evaluadora, realizando las observaciones correspondientes para su aplicación en el campo.

3.1.6.2. Desarrollo de la investigación

Después de ser aprobado el diseño de investigación, se pasó a la segunda fase que fue el desarrollo de la investigación según lineamientos de la guía de investigación, donde se levantaron las parcelas forestales en el bosque comunal del Barrio Santa Ana y se aplicaron los instrumentos para recolectar la información necesaria e ir analizando los datos tanto cualitativos como cuantitativos para poder finalmente elaborar el informe de investigación final.

3.1.7. Análisis de la información

De acuerdo a los datos obtenidos de cada unidad de muestreo se procedió a crear una base de datos en el programa de Microsoft Excel, que se utilizó como base para el respectivo análisis, para determinar las variables cualitativas y cuantitativas de la masa boscosa y de variables que influyen en su estado fitosanitario y densidad. Para poder obtener el volumen/parcela, volumen/hectárea, área basal/hectárea y otras variables dasométricas se utilizaron las siguientes ecuaciones.

3.1.8. Ecuaciones utilizadas para los cálculos.

Las Ecuaciones que fueron empleadas en el procesamiento de las variables investigadas fueron las siguientes:

a) Para área basal (m^2)

Se determinó con la fórmula de (Bruce, 1965; Ferreira, 1990) que es la siguiente:

Ecuación 1. $AB = 0.7854^* (D^2)$.

Dónde: **AB**: Área basal (m^2).

0.7854: constante de π/4.

D: Diámetro (m)

b) Para volumen (m^3)

Se utilizó la ecuación propuesta por INAB (1999). La cual se utilizó para las especies sin ecuaciones definidas hacia el cálculo de volumen de árboles en pie; que es la siguiente:

Tabla No. 6. Ecuación de volumen

Especie	Ecuación
Pinus *tecunumanii* (Pino ocote)	$V = 0.0044171177 + 0.0000285570\ dap^2 * H$

Fuente: manual técnico INAB, año 1999.

Dónde:

V = Volumen con corteza (m^3)

Da=Diámetro a la altura del pecho (m^2)

H = Altura total (m)

3.1.9. Análisis estadístico en los inventarios forestales

Para la presente investigación se utilizaron parcelas de 0.1 hectáreas, de forma circular contando con un radio de 17.84 m para disminuir los árboles que están en el perímetro; esto se hizo con la finalidad de que el bosque presentaba relieve pronunciada y en su mayoría presenta mucha dificultad la realización del mismo. (Ferrería, 1990). Por tal razón, se realizó un inventario de los árboles en pie en el bosque comunal utilizando las variables estadísticas que se detallan con más amplitud en el anexo 1, página 152.

3.1.10. Asignación de número de parcelas por estrato.

Para cada estrato se le asignó una cantidad de parcelas según el tamaño del área entre más grande el área más parcelas tendría. Se realizó con la ecuación siguiente.

Ecuación 2.

$$n - N \qquad ni = \frac{n \times Ni}{N} \; x\text{-}Ni$$

Dónde:

N= Población

n= Total de las parcelas

Ni= Proporción de área o estrato

Se obtuvo en la masa boscosa varios estratos y se calculó el número de parcelas en cada una de ellas. Esto se determinó por la proporción y el tamaño de los estratos encontrados en el bosque de Santa Ana.

3.1.11. Calidad de fuste.

Para determinar la abundancia y densidad como también el estado del bosque se desarrolló un inventario cuantificando el número de individuos por hectárea, esto

nos dio un diagnóstico del estado actual del bosque de pino ocote (***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry), aunado a ello la calidad del mismo, donde se implementó las siguientes características arbóreas:

3.1.11.1. Características morfológicas

- **Recto (1)**: árbol de tallo bien definido sin ninguna alteración mecánica o bilógica.

- **Sinuoso (2)**: árbol con curvatura ligeras, tallo no está bien definido.

- **Torcido (3)**: árbol con muchas curvaturas, el tallo no está bien definido.

3.1.11.2. Daños

- **Plagado (1)**: árbol que está lleno de algún insecto la cual perjudica su crecimiento.

- **Daño mecánico (2)**: se denomina daño mecánico por golpe (machucón) a los impactos o presiones que sin romper la epidermis deterioran la pulpa del fruto, tallo, u otro parte de la planta dándole un aspecto corchoso y un cambio de coloración progresivo.

- **Daño biológico (3)**: estos daños con causados por insectos, nematodos, virus, la cual afectan su estructura y funcionamiento que muchas veces causa la muerte de los árboles.

3.2. Recursos

Los recursos que se utilizaron para la investigación fueron los siguientes:

3.2.1. Talento humano

Tabla No. 7. Talento humano

Participantes	Cantidad
Tesista (CUNTOTO)	1
Asesor	1
Equipo de trabajo	4
Técnicos de la UGAM	3
Alcaldes comunales	8

Fuente: elaboración propia, octubre del año 2018.

3.2.2. Físicos

Tabla No. 8. Recurso físico

Descripción	Cantidad
Computadora propia	1
Impresora alquilada	1
USB comprada	1
Cámara fotográfica alquilada	1
Oficina	1
Descripción	**Cantidad**
Hojas	500
Documento de información	5
Libros	4
Papelógrafos	4
Mesa	2
Silla	1
Lapiceros, marcadores	3
Transporte	1

Fuente: elaboración propia, recursos utilizados, octubre del año 2018.

3.2.3. Financieros

Para el desarrollo de la investigación el tesista sufrago los costos correspondientes.

Tabla No. 9. Gastos realizados durante la investigación

Recursos	Unidad de medida	Cantidad	Valor en quetzales/unidad Q.	Valor en quetzales. Q.
personal Asesor	Unidad	1	10,000	10,000.00
Personal de campo	Unidad	4	1,000	4,000.00
Investigador	Unidad	1	300	6,000.00
Equipo de computo Computadora propia	Unidad	1	5,000.00	5,000.00
Impresora alquilada	Unidad	1	4,000.00	4,000.00
USB comprada	Unidad	1	150.00	150.00
Cámara alquilada	Unidad	1	2,800.00	2,800.00
Internet	Mensual	2	200.00	400.00
Hojas	Resmas	5	25.00	125.00
Copias	Unidad	621	0.25	155.25
Lapiceros y paleógrafos	Unidad	10	3.00	30.00
Capacitaciones Talleres, Trabajo de campo	Unidad	55 personas	385.00	8,800.00
Alimentación	Unidad	8	75.00	600.00
Transporte	Día	5	50.00	250.00
			Subtotal **24,988.25**	**Total** **43,310.25**

Fuente: elaboración propia, recursos utilizados, octubre del año 2018.

Capítulo IV

4.1. Resultados

A continuación, se da a conocer los resultados del estudio de la Evaluación del estado actual de la masa forestal a través de variables dasométricas y estructurales del pino de ocote (***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry), realizado en el bosque comunal de Santa Ana del municipio de Momostenango.

Mediante un muestreo sistemático en el bosque comunal se levantaron y se midieron 17 parcelas circulares totales; nueve parcelas en el estrato muy denso (C3), cuatro parcelas en el estrato joven denso (C2) y cuatro parcelas en la regeneración no adecuada (C0).

4.2. Densidad de árboles/hectárea determinados

Se determinó tres diferentes estratos, un estrato de bosque maduro "muy denso" (C3), bosque joven "denso" (C2) y regeneración no adecuada "estrato ralo" (C0). Las distribuciones de los estratos se muestran en los mapas ver apéndice No. 5 figura No. 4, 5, 6 y 7. La cual la especie dominante en los diferentes estratos es el pino de ocote (***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry).

De esa cuenta, en los estratos C2 y C0 se definieron porque presentan una estructura boscosa diferente al piso muy denso, ya que el distanciamiento entre árboles es muy variado o heterogéneo, esto debido a que cada uno las áreas ya han sido intervenidas por algún proceso de manejo silvicultural o tala ilegal, donde se han extraído árboles defectuosos, y algunos muertos. Se puede decir que, el rodal ralo se precisó porque presenta un menor número de árboles ya que las condiciones no son favorables como la pendiente, tipo de suelo por lo que es necesario reforestar el área a fin de conservarlo y protegerlo.

Por ende, el estrato compuesto por el bosque adulto o maduro (C3) posee una densidad de árboles alta, esto debido a que es un bosque que en su constitución ha sufrido varias intervenciones, de esa cuenta ya han sido extraídos individuos con

fines de aprovechamiento. Esto ha permitido el aclareo de áreas para la germinación de semillas ya que la misma cuenta con pendiente pronunciada y hace difícil la extracción de los árboles para el aprovechamiento de la madera.

En la tabla 10 se muestran el número de árboles obtenidos por cada uno de los estratos, según, su estado de desarrollo.

Tabla No. 10. Estratos y número de árboles/parcela obtenida

Estrato muy denso C3	**Estrato denso C2**	**Estrato ralo C0**	**Total, de árboles**
No. árboles.	No. árboles.	No. árboles.	
304	**122**	**153**	**579**

Fuente: investigación de campo, 20 de octubre del año 2018.

4.3. Estratos del bosque determinados

La evaluación de las áreas fue con fines de conocer y relacionar la cobertura boscosa con la extensión total del bosque del Barrio Santa Ana. Que se encuentra ubicado en el municipio de Momostenango departamento de Totonicapán. Se determinó que el área total del bosque joven C2 es igual a 26 hectáreas y es menor densidad por unidad de área. En cambio, el estrato C3 presentó una mayor área boscosa, como también el estrato ralo C0 ya que presentan una mayor densidad en cuanto al número de árboles por unidad de área, por lo que es necesario reforestar en las áreas de completación con la finalidad de proteger y conservar.

El área total determinada para el estrato conformado por el bosque medio C3 es de 55 hectáreas, con la presencia de árboles de ***Pinus tecunumanii*** Eguiluz & J.P. Perry la cual es la más representativa en el lugar por varios factores como lo son: el tipo de suelo y el clima. El área total de cobertura boscosa incluyendo los tres estratos con diferentes clases de desarrollo es de 103 hectáreas. Esto se determinó en base a los criterios obtenidos en el manual de inventario de Ferreira (1990). Que cada estrato de define en el campo por observación se puede hacerse por pendiente, masa boscosa entre otros criterios que se encuentren en el área investigada.

Tabla No. 11. Áreas determinadas de cada uno de los estratos de la clase de desarrollo

Estratos	Área basal (m^2)	Área (ha)	%
Estrato muy denso (C3)	89.08	55	53.39
Estrato denso (C2)	14.30	26	25.24
Estrato ralo (C0)	1 4.84	22	21.35
Total	**118.22**	**103**	**100**

Fuente: investigación de campo, 20 de octubre del año 2018.

4.4. Plagas y enfermedades determinadas en los árboles

Los árboles como todo organismo vivo, son afectados por enemigos que probablemente sean agentes destructivos. La susceptibilidad del bosque a agentes depende de las condiciones climáticas, composición boscosa y de la calidad del suelo.

No se determinaron enfermedades que afecten el bosque, ya que es probable que los árboles fueron extraídos y eso se vislumbra por la cantidad de tocones presentes en el área. Lo que se identificó fue específicamente daños mecánicos, por las características que presentaban los árboles inventariados, por otro lado, se observó el **ocoteo** que consiste dañar el fuste del árbol para producir resina o miera (Oscar Ferreira, 1994), es decir que al producir rajas de ocote se comercializan a nivel local, asimismo, la tala ilícita es muy frecuente en el área inventariada. También, anteriormente ocurrieron dos incendios mayormente causado por las rozas forestales de tipo rastrero, provocado en la época seca, indudablemente eso ha afectado el crecimiento, incremento y desarrollo del bosque, esta información fue obtenida por el Instituto Nacional de Bosques (INAB).

Se puede decir que, la presencia de estos daños mecánicos se debe a la falta de fuente de ingreso para las comunidades aledañas al bosque, con certeza realizan talas ilegales y el ocoteo dentro del mismo. Además, la poca calidad de fustales y árboles semilleros, esto se debe al tipo de suelo y las condiciones climáticas, pero a pesar de eso los árboles padres o tipo presentan buenas características

morfológicas, la cual en su mayoría son talados sin permiso legal ya que las personas son de escasos recursos aunado a eso la pobreza, el desempleo, falta de oportunidades hacen que las personas extraigan los árboles con fustes rectos para ser talados y por lo relevante que son en su diámetro en el bosque ya que se obtienen ingresos económico al vender la madera. Esto causa que los árboles, torcidos, bifurcados sean los que más predominen en la masa boscosa.

***Tab*la No. 12. Número de árboles por estrato y daño.**

Estrato o clase de desarrollo	Plagas	Daños biológicos	Daño mecánicos
Muy denso (C3	0	1	3
Denso (C2)	0	2	5
Ralo (C0)	0	0	1
Total	**0**	**3**	**9**

Fuente: investigación de campo 20 de octubre del año 2018.

En la tabla 12, se presentan las principales características morfológicas identificadas en algunos árboles del bosque de coníferas del Barrio Santa Ana.

Tabla No. 13. Calidad de fuste por estrato

Estratos o clases de desarrollo.	Características morfológicas.			Total general
	Recto	Sinuoso	Torcido	
Estrato muy denso (C3)	155	98	51	304
Estrato denso (C2)	65	37	20	122
Estrato Ralo (C0)	75	48	30	153
Total general	284	200	95	579
Total (%)	**49**	**35**	**16**	**100**

Fuente: investigación de campo 20 de octubre del año 2018.

4.5. Determinación de volúmenes y área basal

Las variables que se utilizaron para la realización del inventario total del bosque, son: el diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura total, las cuales son

variables fundamentales utilizadas para la determinación del volumen total, otras determinadas son el área basal total y número de árboles o densidad. En la tabla No. 13, se presentan los volúmenes y área basal (AB) determinados en cada uno de los estratos que conforman cada una de las clases de desarrollo del bosque. Por otro lado, se determinó que la clase de desarrollo C3 posee un volumen total de 724.86 m^3/ha en un área de 55 hectáreas. La clase de desarrollo C2 presentó un volumen de 128.95 m^3/ha, esto debido a que está constituido por un bosque joven.

La clase de desarrollo simbolizado como C0, presenta un volumen total de 116.11 m^3/ha lo cual se considera baja desde el punto de vista productivo. La determinación de volúmenes fue con base a conocer el estado actual del recurso bosque, en donde se estableció que es una masa forestal necesaria y fundamental a ser conservado y protegida.

Tabla No. 14. Resumen de los valores obtenidos por estrato

Especie				**Total**
Pino de ocote (***Pinus tecunumanii)*** Eguiluz & J.P. Perry				
Clase de desarrollo	C3	C2	C0	
AB m^2/ha	89.08	14.30	14.84	**118.22**
Vol. m^3/ha	724.86	128.95	116.11	**969.91**
Árboles/ha	338	305	383	**1,025**

Fuente: investigación de campo, 20 de octubre del año 2 018

La distribución diamétrica para el bosque comunal del Barrio Santa Ana Momostenango, es amplia, ya que se encontraron 18 clases diamétrica de 5 cm de amplitud, comprendidas desde los 10 a 112 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP).

Tabla No. 15. Distribución por clase diamétrica de pino de ocote (*Pinus tecunumanii* Eguiluz & J.P. Perry l*).*

Clase Diamétrica	Sumatoria de árboles /hectárea	Sumatoria de área basal /hectárea	Sumatoria de volumen /hectárea
10-14.99	199	20.59	169.79
15-19.99	201	14.14	116.91
20-24.99	201	15.9	131.32
25-29.99	124	9.85	80.89
30-34.99	81	5.79	47.18
35-39.99	16	1.47	12.44
40-44.99	19	4.51	36.82
45-49.99	18	2.97	24.33
50-54.99	12	3.22	26.23
55-59.99	26	6.27	51.13
60-64.99	19	4.98	40.53
65-69.99	12	3.22	26.23
70-74.99	21	5.57	45.30
75-79.99	19	4.98	40.53
80-84.99	16	4.10	33.38
85-89.99	21	5.57	45.30
90-94.99	12	3.22	26.23
Mayores a 100 cm	9	1.88	15.36
Total general	**1,025**	**118.22**	**969.91**

Fuente: elaboración propia octubre 20 de octubre del año 2018

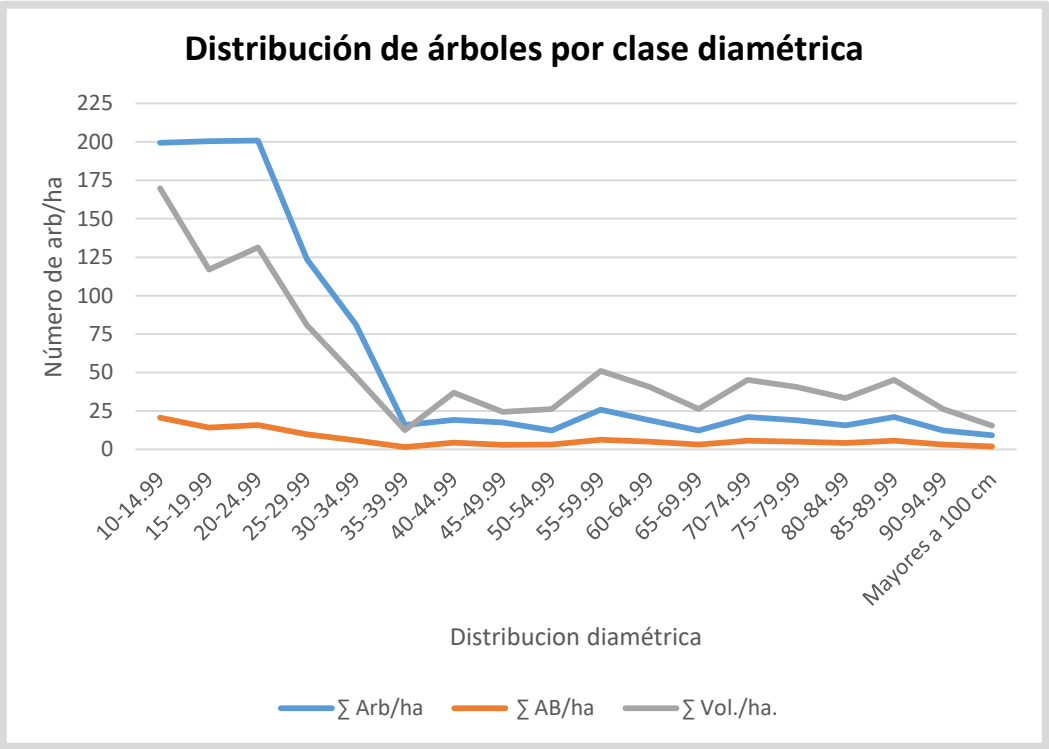


Figura No. 2 Distribución diamétrica
Fuente: elaboración propia 20 de octubre del año 2018.

La relación entre la densidad y la clase diamétrica es inversamente proporcional, como se puede observar en la figura No.2, además, la curva que relaciona dichas variables decrece cuando se incrementa la clase diamétrica de 25-30 cm, este comportamiento se debe en alguna medida por no existir un manejo forestal, en donde se permita realizar raleos, podas, en el arbolado existente, pues en la mayoría están en la etapa de desarrollo y son pocos los que han sobre salido en crecimiento de altura y diámetro. Con respecto a la curva de volumen, éste se incrementa paulatinamente en las primeras clases diamétricas, sin embargo, en las ultimas clases decrece.

Esto se explica, por el hecho que en las primeras clases diametral hay mayor número de árboles, no así, en las últimas. Más del 49% del arbolado están comprendidas en la clase diamétrica 25-30 cm de DAP, contribuyendo en un 9 % del volumen total con corteza; un 17 % están por encima de los 97 cm de DAP, aportando, más del 38 % del volumen.

Estrato muy denso

El área tiene una extensión de 55 hectáreas, la cual representa el 53.39 % del total del área inventariada, donde se levantaron 9 parcelas de 17.84 m de radio, con una pendiente moderada a leve. El área basal promedio fue 89.08 m²/ha como también un volumen de 724.84 m³/ha. y 337 arb. /ha. Esto se refleja en la Tabla No. 16 y la distribución de los diámetros entre 10 a 100 cm.

Tabla No. 16. Distribución clase diamétrica estrato muy denso

Clase Diamétrica	Sumatoria de árboles/ hectárea	Sumatoria de área basal/ hectárea	Sumatoria de volumen/ hectárea
10-14.99	54	14.36	116.84
15-19.99	33	10.55	85.84
20-24.99	19	4.98	40.53
25-29.99	21	5.57	45.30
30-34.99	11	2.93	23.84
35-39.99	3	0.88	7.15
40-44.99	17	4.40	35.77
45-49.99	10	2.64	21.46
50-54.99	12	3.22	26.23
55-59.99	23	6.15	50.07
60-64.99	19	4.98	40.53
65-69.99	12	3.22	26.23
70-74.99	21	5.57	45.30
75-79.99	19	4.98	40.53
80-84.99	16	4.10	33.38
85-89.99	21	5.57	45.30
90-94.99	12	3.22	26.23
100> cm	7	1.76	14.31
Total	**338**	**89.08**	**724.86**

Fuente: elaboración propia 20 de octubre del año 2018.

Estrato denso

El área tiene una extensión de 26 ha la cual representa el 25.24 % del total del área inventariada en la cual se levantaron 4 parcelas de 17.84 m de radio y el suelo que se encontró es franco arenoso, con una pendiente moderada a leve. El área basal promedio fue 14.30 m^2/ha como también un volumen de 128.95 m^3/ha. y 305 arb. /ha. Esto se refleja en la Tabla No. 17 y la distribución de los diámetros entre 10 a 100 cm y la distribución.

Tabla No. 17. Distribución diamétrica estrato denso

Clase Diamétrica	Sumatoria de árboles/ hectárea	Sumatoria de área basal/ hectárea	Sumatoria de volumen/ hectárea
10-14.99	75	3.52	31.71
15-19.99	75	3.52	31.71
20-24.99	75	3.52	31.71
25-29.99	38	1.76	15.85
30-34.99	18	0.82	7.40
35-39.99	13	0.59	5.28
40-44.99	3	0.12	1.06
45-49.99	5	0.23	2.11
55-59.99	3	0.12	1.06
Mayores a 100 cm	3	0.12	1.06
Total	**305**	**14.30**	**128.95**

Fuente: elaboración propia 20 de octubre del año 2018.

Estrato ralo

El área tiene una extensión de 22 ha la cual representa el 21.35 % del total del área inventariada en la cual se levantaron 4 parcelas de 17.84 m de radio, con una pendiente moderada a fuerte. El área basal promedio fue 14.84 m^2/ha como también un volumen de 116.11 m^3/ha y 383 arb. /ha.

Tabla No. 18. Distribución diamétrica estrato ralo

Clase Diamétrica	Sumatoria de árboles/ hectárea	Sumatoria de área basal/ hectárea	Sumatoria de volumen/ hectárea
10-14.99	70	2.72	21.25
15-19.99	100	3.88	30.36
20-24.99	93	3.59	28.08
25-29.99	65	2.52	19.73
30-34.99	53	2.04	15.94
45-49.99	3	0.10	0.76
Total	**383**	**14.84**	**116.11**

Fuente: elaboración propia 20 de octubre del año 2018.

Conclusiones

- Se determinó que el área total de cobertura que se encuentra dentro del Barrio Santa Ana es de 103 hectáreas (ha), la cual se encuentra distribuida en tres clases de desarrollo, el primero está compuesto por un bosque maduro cuya área es de 55 ha, el segundo está compuesto por un bosque joven con un área de 26 ha y el tercero compuesto por un bosque ralo cuya área es de 22 ha respectivamente.

- Se estableció un volumen/ha de 969.91 m^3/ha (411,241.84 pies tablares) de pino de ocote (**Pinus *tecunumanii***), lo que representa un ingreso neto del bosque en pie de Q 493,490.21, esto significa para la comunidad de Momostenango que el recurso bosque genera beneficios económicos.

- El volumen o carga volumétrica de madera total del bosque con corteza es de 969.91 m^3/ha, distribuido de la manera que sigue: estrato muy denso es de 724.85 m^3/ha, estrato denso es de 128.94 m^3./ha y del estrato ralo es de 116.11 m^3/ha con una media de 18. 11 m^3/ha de la especie pino de ocote (***Pinus tecunumanii)***, la cual refleja el potencial productivo de cada unidad de área.

- La densidad total del bosque es de 1,025 arb./ha, ya que existen tres estratos, los cuales son: estrato muy denso es de 338 arb./ha, estrato denso es de 305 arb./ha y del estrato ralo es de 383 arb./ha. Y su respectiva área basal del bosque inventariado es de 118.22 m^2/ha, distribuido de la manera que sigue: estrato muy denso es de 89.08 m^2/ha, estrato denso es de 5.72 m^2./ha y del estrato ralo es de 5.95 m^2/ha de la especie pino de ocote (***Pinus tecunumanii)***.

- Las principales características o deformaciones morfológicas identificados en el bosque de coníferas del Barrio Santa Ana, fueron que la masa forestal posee un 53 % de árboles rectos, un 22% son sinuosos y un 25% son torcidos, esto indica que el bosque debe efectuarse mejoras silviculturales (raleos, podas) para lograr un desarrollo y crecimiento óptimo. Y plagas existentes no se encontraron el bosque está en equilibrio.

- El bosque del Barrio Santa Ana es una masa forestal joven la cual requiere de un manejo forestal oportuno para poder desarrollarse e incrementarse, ya que cuenta con gran número de árboles con diámetros de 10 a 30 cm respectivamente. Con respecto a la calidad de los fustes se encuentra un porcentaje representativo de árboles torcidos de 16 % y sinuosos de 35% por lo cual es importante el manejo forestal inmediato.

Recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos de la presente investigación se realizan las siguientes recomendaciones.

- Proponer un plan de manejo con fines de protección realizado a los programas de incentivos forestales que promueve el Instituto Nacional de Bosques (INAB) a fin de generar ingreso que contribuya en el bienestar del Barrio Santa Ana como también los usuarios de los cuatro Barrios de Momostenango.

- Promover la reforestación para los diferentes estratos ya que el bosque de la comunidad hay tala ilícita, esto ayudaría a recuperar la masa forestal como también realizando un manejo adecuado de regeneración natural para poder garantizar el prendimiento de las plántulas y la cobertura del bosque.

- Para la protección del bosque contra incendios forestales durante los períodos críticos de verano es necesario la implementación de rondas corta fuegos en los lugares que se consideran como propensos o susceptibles.

- Realizar aprovechamiento de árboles con base al inventario forestal y poder proporcionar un manejo forestal que permita garantizar la recuperación del bosque y no extraer más de lo que se pude recuperar.

- Plantear a las autoridades comunitarias ingresar el bosque de la comunidad a alguna de las modalidades de los incentivos forestales.

Referencias bibliográficas

Agudelo, C. (1988) Plan de manejo para el bosque de Uyuca de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, Costa Rica, CATIE.

Chooj. L, (2017). Evaluación de volumen de plantación de teca (*Tectona grandis I.F*). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Dauber, Erhard. (1995). Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Santa Cruz, Bolivia.

Denevan, W. (1961). The upland pine forests of Nicaragua; a study in cultural plant geography. California University.

Dusan. K. (1995). Crecimiento e Incremento de árboles y masa forestales, México: Universidad Autónoma Chapingo.

Espinoza, C, Muñoz R, Lobos, G. (2004) Zona de Protección de pozo: una herramienta para la gestión de acuíferos. División de recursos hídricos y medio ambiente, departamento de ingeniería civil. Universidad de Chile

Ferreira. O (1990) Manual de inventarios Forestales ESNANCIFOR Honduras.

Organización de las Naciones Unidad para la agricultura y la Alimentación (1981). Estimación del volumen forestal y predicción de rendimiento con referencia a especies tropicales, Costa Rica: FAO.

Organización de las Naciones Unidad para la agricultura y la Alimentación (1968). Ecuaciones para arboles sin gambas y generación de tablas de volumen. Costa Rica: FAO.

Godínez S. CARE (Cooperative For Assistance and Relief Everywhere). CUNOROC (Centro Universitario de Noroccidente) (2013). Evaluación Ecológica Rápida –EER- de la Biodiversidad de Bosques Comunales. Totonicapán. Guatemala.

Gustavo Quej. (2015) cita Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Plan de manejo forestal* www.inta.gov.ar/.../plan%20de%20manejo% predial%20INTA%20sOCODEVI.doc.

Alvarado. J, (2 011). *Plan de manejo forestal para la Cooperativa Integral Samac en Cobán, Alta Verapaz.* Tesis Ingeniero Agrónomo. Cobán, Alta Verapaz, Centro Universitario del Norte. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Instituto Nacional de Bosques. (2011). Instalación de parcelas permanentes de medición. Instituto nacional de Bosques. INAB. Guatemala.

Instituto Nacional de Bosques. (1999). Manual Técnico Forestal. INAB. Guatemala.

Lamprecht, H (1990). Silvicutura en los trópicos, Trad. Del alemán por Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. P. 36-50

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2011). Cuencas Hidrográficas de Guatemala. Guatemala: MARN.

Márquez, L. (1997). Validación de Campo de los Métodos del Instituto Winrock para el Establecimiento de Parcelas Permanentes de Muestreo en Sistemas Agroforestales. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2001). Mapa Fisiográfico Geomorfológico e Hidrológico de la República de Guatemala a escala 1:250,000-Memoria Técnica-. Guatemala: MAGA.

Ortiz, C, (1986). Estudio de crecimiento y rendimiento de ***Pinus Maximinoii*** *en* Alta Verapaz. Guatemala. Guatemala.

Pinelo, G. (2004). Manual de Inventario Forestal Integrado para unidades de conservación. Reserva de la biósfera maya, Petén Guatemala. (www.google.com.gt/search?q=pinelo+g.2004+manual+de+inventario+fores tal). Petén, Guatemala. Consultado 15 mayo de 2009.

Peter, R. (1977). Tablas de volumn para las especies de coníferas de Guatemala. Guatemala: Instituto Nacional Forestal.

Prodan, M. PETERS, R., COX, F. y REAL, P. (1997). Mensura Forestal Deut.
Gesellschaft fur Technische Zusannenarbeit (GTZ), Instituto americano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica

Quej Caal. G (2015) Plan de manejo forestal de protección del recurso bosque del centro universitario del norte (CUNOR), finca Sachamach Cobán A. V. Guatemala

Rodríguez, G. (2014). Evaluación de la regeneración natural de *Pinus pinaster* en masas de centro de España. Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Madrid España.

Spurr, S; Barnes, B. 1982. Ecología Forestal. Trad. Carlos Luis Raigorodsky Z. México.

Standley, D, C, Steyermark,J. 1958. Flora of Guatemala. Chicago, Natural History Museum. Chicago, Estados Unidos

Torres, A. (1979). Ensayos de especies latifoliadas en la unidad uno de la reserve Forestal de Caparo. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

Tello, E. C. (1995). Caracterización Ecológica por el Método de Sextantes, en el CIEFOR – Puerto Almendra. Tesis. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos – Perú.

Tumax. J. (2016). plan de inferencial análisis de incremento y aumento de crecimiento de *Pinus oocarpa*. Inferencial Ing. Forestal. Guatemala: CUNTOTO.

Veblen, T (1977). Guatemala conifers. Guatemala is one of the few tropical Highland regións in wich conifers are well representd. Unasylva. Italia

Glosario

Abióticos: no forma parte o no es producto de los seres vivos, como los factores inertes, climático, geológico o geográfico, presentes en el medio ambiente.

Área: es la medida de la superficie que encierra, para medir el área se utiliza unidades m^2 o km^2, el área se expresa por el número de cuadrados unidad que ocupa el terreno.

Antropogénicas: son los efectos, resultados o procesos que son consecuencia de acciones humanas.

Bibliométricos: es una parte de la matemática y estadística a toda la literatura de carácter científico con el objetivo de analizar y estudiar los casos.

Biológicas: la biológica es aquella que se dedican a estudiar la vida y sus procesos.

Bióticos: es el medio en donde existe vida y, por ende, organismos vivos o relacionado con ellos.

Bosque: un bosque es una asociación muy variada de formas de vida, denominada como “una comunidad biológica en la que predominan las plantas lignificadas, o leñosas” no importando su origen natural o artificial; y son productores de madera, leña, productos extractivos y derivados. Tienen influencia sobre el clima, fomentan el régimen hidrológico y provee protección y sustento a la vida silvestre.

Biológicas: la biológica es aquella que se dedican a estudiar la vida y sus procesos.

Bióticos: es el medio en donde existe vida y, por ende, organismos vivos o relacionado con ellos.

Brújula: instrumento para orientarse que consiste en una caja cuyo fondo representa la rosa de los vientos y en la cual hay una aguja imantada que gira libremente sobre

un eje y que señala siempre el norte magnético; para determinar cualquier dirección del horizonte se debe hacer coincidir la aguja con la línea que marca el Norte en la rosa

Clinómetro: es un aparato de metal que se utiliza para medir el ángulo desde la vertical (medida en grados) de ciertos elementos (torres, postes, árboles, estratos, etc.).

Conífera: árbol que pertenece al orden de las Coniferales, habitualmente perenne, con conos y hojas en forma de aguja, punzón o en escamas, como el pino, la picea, el abeto y el alerce, denominados a menudo “árboles resinosos”. 80

Degradación ambiental: evolución de un recurso en un sentido desfavorable, generalmente por ruptura del equilibrio de la naturaleza debido a un uso inadecuado.

Ecología: la ecología es “la ciencia que estudia las interacciones de los organismos en y hacia su medio ambiente”. Es el estudio de las relaciones reciprocas entre los organismos y su medio ambiente, el cual es el complejo de los factores que ejercen influencia La ecología no es una ciencia restringida a un campo definido, sino que se extiende a través de todas las ciencias, enfocándolas hacia un entendimiento de las relaciones entre los organismos y el ambiente para llegar a conocer las leyes de la naturaleza.

Erosión: acción de los agentes atmosféricos naturales sobre cualquier cuerpo expuesto a ellos.

Estrato: Es una forma de representación estadística que muestra cómo se comporta una característica o variable en una población a través de hacer evidente el cambio de dicha variable en sub-poblaciones o estratos en los que se ha dividido.

Especie: unidad sistemática usada en biología, que se refiere a un grupo de individuos que poseen características comunes y pueden reproducirse entre sí. La especie está compuesta de poblaciones.

Fauna: conjunto de especies animales terrestres, aéreas y acuáticas que habiten en determinados ambientes y territorios. Su masa total y la densidad absoluta y relativa dependen tanto de factores abióticos y bióticos.

Flora: conjunto de las especies vegetales no cultivadas que viven en un lugar determinado. Incluye árboles, arbustos, hierbas, pastos y otras especies vegetales.

Follaje: conjunto de hojas y ramas de árboles y plantas.

Fuste: tronco de un árbol que alcanza un grosor notable de manera que d el puede obtenerse trozas, rollos para chapa o poste de gran tamaño.

Marco legal: la norma jurídica positiva; la ley, el precepto vigente en cuanto dispone en sentido de potestad, liberación o deber; y en cuanto regula, interpreta o pule la voluntad particular.

Manejo forestal: se entiende por manejo de un bosque como la administración económicamente rentable y técnicamente correcta para la producción de bienes y/o servicios deseados en el tiempo y el espacio.

Naturaleza: es el hábitat donde confluyen la vida animal, vegetal y mineral.

Plaga: colonia de organismos animales o vegetales que ataca y destruye los cultivos y las plantas.

Plantas: plantas vivas y partes de ellas, incluidas las semillas y el germoplasma.

Recursos naturales: son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico.

Reforestación: reposición de vegetación arbórea que existió en un área determinada. Se denomina asa a la recuperación de áreas verdes, a través de la plantación de árboles, arbustos u otras plantas.

Recurso hídrico: son cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por lagos, los arroyos. Estos recursos deben preservarse y utilizar de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida.

Semillas: clase de producto básico correspondiente a las semillas para plantar o destinadas a ser plantadas y no al consumo o elaboración.

Tala: es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal.

Volumen: cantidad estimada o medida de madera de una troza o árbol, que se expresa generalmente en m^3.

Abreviaturas

AB: Área basal

C3: Bosque mediano

C2: Bosque joven

C0: Regeneración no adecuada

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho 1.30 m

INAB: Instituto Nacional de Bosques.

msnm: metros sobre el nivel del mar.

UGAM: Unidad de Gestión Ambiental Municipal.

Vol: volumen

cm: centímetro.

GPS: Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

GTM: Geografic transformer mercator.

ha: hectárea.

m: metros.

Apéndice A: boleta de las parcelas

Universidad San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Totonicapán

USAC- CUNTOTO

Ingeniería Forestal

No._____ Altitud: _____

Coordenadas X_____ Y_____

Pendiente % _____ Textura del suelo_____

No	DAP (cm)	Altura (m)	Especie	Forma del fuste	Esta Fitosanitario		
					Plagas	Daños mecánicos	Daños biológicos

Observaciones_____

Forma del fuste 1 recto, 2 sinuoso, 3 torcido

Figura: No. 3 Boleta de parcelas

Fuente: elaboración propia 20 de octubre del año 2018.

Apéndice B: cronograma de actividades

Tabla No. 19 Cronograma de actividades Año 2018

Mese	junio				julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividades																								
Elaboración de anteproyecto de investigación.																								
Corrección de anteproyecto de investigación.																								
Presentación seminario I.																								
Corrección de anteproyecto de investigación.																								
Aprobación de anteproyecto de investigación.																								
Ejecución de anteproyecto de investigación.																								
Tabulación de resultado.																								
Presentación de informe al asesor.																								
Correcciones de informe de resultados .																								
Presentación seminario II.																								

Fuente: elaboración propia, Tzul Adolfo 02 de octubre del año 2018

Apéndice C: datos de la pacerla 1

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 1			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
1	40	12	2218
2	42	6	2218
3	46	11	2218
4	50	8	2218
5	50	12	2218
6	50	10	2218
7	50	12	2218
8	56	12	2218
9	56	16	2218
10	57	16	2218
11	58	12	2218
12	58	12	2218
13	58	13	2218
14	59	12	2218
15	60	16	2218
16	60	15	2218
17	63	14	2218
18	66	15	2218
19	69	14	2218
20	72	10	2218

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 1			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
21	73	15	2218
22	73	15	2218
23	73	18	2218
24	75	15	2218
25	75	11	2218
26	76	15	2218
27	78	14	2218
28	79	15	2218
29	82	15	2218
30	86	16	2218
31	86	18	2218
32	87	15	2218
33	87	19	2218
34	87	18	2218
35	92	18	2218
36	95	15	2218
37	97	20	2218
38	99	20	2218
39	102	19	2218
40	72	11	2218

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice D: datos de la pacerla 2

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 2			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
74	45	14	2239
46	49	15	2239
80	50	7	2239
55	52	14	2239
81	55	8	2239
76	56	10	2239
44	57	14	2239
67	59	15	2239
53	60	15	2239
48	63	19	2239
54	64	14	2239
73	65	16	2239
75	67	16	2239
45	69	16	2239
65	70	16	2239
70	70	10	2239
78	70	12	2239
52	71	17	2239
50	74	17	2239
63	75	19	2239
64	78	18	2239

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 2			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
41	79		2239
69	79	19	2239
42	82	12	2239
72	86	17	2239
47	87	17	2239
60	87	17	2239
49	88	19	2239
56	90	20	2239
77	90	19	2239
58	92	18	2239
68	92	18	2239
43	93	17	2239
57	93	20	2239
79	93	20	2239
66	94	15	2239
71	95	17	2239
62	96	18	2239
59	98	20	2239
61	99	21	2239
51	105	18	2239

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice E: datos de la pacerla 3

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 3			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
92	59	12	2228
95	60	13	2228
100	60	9	2228
88	66	10	2228
83	72	12	2228
85	80	14	2228
87	83	14	2228
91	89	18	2228
94	90	18	2228
86	93	18	2228
93	99	19	2228
96	99	19	2228
89	100	19	2228
99	100	18	2228
82	102	22	2228
84	102	18	2228
90	105	20	2228
98	107	19	2228
97	110	18	2228

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice F: datos de la parcela 4

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 4			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
103	53	12	2195
126	55	17	2195
130	55	13	2195
133	58	14	2195
105	60	13	2195
116	60	14	2195
135	60	10	2195
127	62	16	2195
118	66	15	2195
129	68	15	2195
123	70	17	2195
125	70	16	2195
132	72	17	2195
122	74	16	2195
108	80	17	2195
115	80	17	2195
117	89	17	2195
109	90	20	2195
114	95	19	2195
124	95	19	2195
102	96	12	2195

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 4			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
131	96	18	2195
134	96	19	2195
106	97	21	2195
110	97	18	2195
121	97	18	2195
112	98	19	2195
120	98	18	2195
107	99	20	2195
101	101	20	2195
113	101	26	2195
111	102	19	2195
128	103	20	2195
119	104	19	2195
104	105	19	2195

Apéndice G: datos de la pacerla 5

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 5			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
138	42	10	2210
167	42	9	2210
163	43	9	2210
137	45	12	2210
145	47	18	2210
157	47	9	2210
171	49	9	2210
141	50	17	2210
146	51	16	2210
152	52	12	2210
161	52	10	2210
170	55	11	2210
140	56	8	2210
150	56	12	2210
143	57	16	2210
162	57	13	2210
147	58	12	2210
153	62	10	2210
151	63	14	2210

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 5			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
159	67	14	2210
149	73	16	2210
144	76	9	2210
155	76	13	2210
160	78	15	2210
158	80	12	2210
136	83	15	2210
142	83	15	2210
168	83	16	2210
165	85	16	2210
164	86	14	2210
169	86	14	2210
148	87	11	2210
139	88	12	2210
156	90	20	2210
166	94	17	2210
154	110	20	2210

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice H: datos de la pacerla 6

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 6			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
180	12	6	2145
193	12	12	2145
200	12	7	2145
204	13	8	2145
205	13	9	2145
186	14	6	2145
191	14	7	2145
199	14	6	2145
201	14	8	2145
209	14	6	2145
175	16	9	2145
179	17	8	2145
184	17	7	2145
176	18	10	2145
187	18	8	2145
188	20	12	2145
189	20	10	2145
196	20	12	2145
198	21	10	2145
208	21	11	2145
203	22	14	2145

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 6			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
172	23	15	2145
195	23	19	2145
206	23	12	2145
173	25	11	2145
174	25	12	2145
177	25	15	2145
178	25	13	2145
207	26	13	2145
197	27	18	2145
185	28	10	2145
192	29	18	2145
202	30	18	2145
183	32	21	2145
194	32	20	2145
182	33	19	2145
190	33	15	2145
181	35	22	2145

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice I: datos de la pacerla 7

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 7			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
222	11	7	2176
217	12	7	2176
210	13	9	2176
215	14	8	2176
226	14	6	2176
225	16	9	2176
218	17	8	2176
214	18	9	2176
224	19	10	2176
213	20	12	2176
227	21	11	2176
232	21	8	2176
212	23	19	2176
220	23	15	2176
234	24	9	2176
223	25	12	2176
229	25	18	2176
216	26	19	2176
237	26	12	2176
235	27	10	2176
238	28	19	2176

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 7			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
211	29	18	2176
219	30	18	2176
221	32	22	2176
230	32	20	2176
231	35	19	2176
236	38	10	2176
228	40	26	2176
233	40	22	2176

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

.Apéndice J: datos de la pacerla 8

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 8			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
243	10	7	2180
244	10	6	2180
260	10	6	2180
270	10	7	2180
245	11	7	2180
247	11	6	2180
251	11	8	2180
252	11	6	2180
267	11	6	2180
250	12	7	2180
255	12	7	2180
256	12	10	2180
257	12	6	2180
271	12	11	2180
254	13	10	2180
249	14	7	2180
268	14	7	2180
239	17	10	2180
248	17	8	2180
253	17	9	2180
259	17	16	2180

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 8			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
266	17	11	2180
269	17	10	2180
240	19	12	2180
246	21	13	2180
258	25	15	2180
242	27	21	2180
261	32	22	2180
241	40	23	2180
262	41	22	2180
263	42	23	2180
264	42	20	2180
265	49	25	2180

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

.Apéndice K: datos de la pacerla 9

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 9			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
276	10	7	2130
277	10	6	2130
293	10	6	2130
303	10	7	2130
278	11	7	2130
280	11	6	2130
284	11	8	2130
285	11	6	2130
300	11	6	2130
283	12	7	2130
288	12	7	2130
289	12	10	2130
290	12	6	2130
304	12	11	2130
287	13	10	2130
282	14	7	2130
301	14	7	2130
272	17	10	2130
281	17	10	2130
286	17	9	2130
292	17	16	2130

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 9			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
299	17	14	2130
302	17	10	2130
273	19	12	2130
279	21	13	2130
291	25	15	2130
275	27	21	2130
294	32	22	2130
274	40	23	2130
295	41	28	2130
296	42	23	2130
297	42	21	2130
298	49	25	2130

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice L: datos de la pacerla 10

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 10			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
339	10.2	8	2165
322	10.4	9	2165
333	10.8	9	2165
329	10.9	7	2165
327	11	8	2165
315	11.3	8	2165
340	11.5	15	2165
325	12	11	2165
330	12	9	2165
337	12	10	2165
324	12.3	12	2165
341	13	10	2165
311	14	8	2165
319	14.3	10	2165
332	14.5	10	2165
326	15	13	2165
338	15	12	2165
307	15.6	6	2165
306	16.2	7.5	2165
321	16.4	11	2165
334	16.8	13	2165

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 10			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
331	17	13	2165
328	17.6	14	2165
323	18	15	2165
305	18.5	7	2165
314	18.5	13	2165
336	18.5	12	2165
309	19	10	2165
316	19	10	2165
312	20	12	2165
318	20	11	2165
313	20.5	11	2165
335	22	15	2165
320	22.3	15	2165
342	24	16	2165
317	26	17	2165
308	32	18	2165
310	102	17	2165

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

.**Apéndice M: datos de la pacerla 11**

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 11			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
348	16.1	9	2212
367	16.3	18	2212
357	17.5	20	2212
349	18	20	2212
354	19	18	2212
347	19.1	20	2212
358	20.8	21	2212
351	21	21	2212
360	21.5	19	2212
361	22	21	2212
352	22.6	22	2212
364	22.9	21	2212
353	23	22	2212
363	23.1	20	2212
343	23.5	21	2212
359	23.8	19	2212
345	24.5	25	2212
362	24.8	22	2212
344	25	26	2212
356	25	23	2212
366	26	24	2212

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 11			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
350	26.6	25	2212
365	27	25	2212
346	27.8	26	2212
355	28	26	2212
368	31.8	26	2212
370	32	24	2212
369	34.5	27	2212
350	26.6	25	2212
365	27	25	2212

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice N: datos de la pacerla 12

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 12			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
389	10	5	2118
373	11	7	2118
388	11	6	2118
391	11	7	2118
374	12	7	2118
396	12	6	2118
377	13	9	2118
401	13	7	2118
382	14	7	2118
386	14	6	2118
395	14	17	2118
376	16	9	2118
385	17	7	2118
375	18	8	2118
384	18	8	2118
397	18	16	2118
399	18	15	2118
381	20	12	2118
398	20	21	2118
380	22	12	2118
389	10	5	2118

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 12			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
371	23	15	2118
387	23	11	2118
393	24	18	2118
372	26	13	2118
378	26	13	2118
394	26	20	2118
392	32	23	2118
400	33	21	2118
390	36	23	2118
379	48	18	2118
383	58.6	21	2118

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice Ñ: datos de la pacerla 13

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 13			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
403	10	6	2205
423	11	7	2205
406	13	18	2205
422	13	8	2205
410	16	10	2205
418	16	11	2205
411	19	16	2205
425	19	17	2205
407	20	14	2205
419	20	15	2205
426	20	15	2205
413	21	14	2205
415	21	15	2205
416	22	18	2205
405	27	15	2205
420	27	16	2205
409	28	18	2205
421	28	17	2205
424	33	21	2205
402	36	18	2205

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 13			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
408	36	19	2205
414	36	19	2205
404	37	19	2205
417	44	24	2205
412	45	24	2205
408	36	19	2205
414	36	19	2205
404	37	19	2205
417	44	24	2205
412	45	24	2205

.Apéndice O: datos de la pacerla 14

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 14			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
446	11.5	10	2222
455	11.5	10	2222
460	12.6	15	2222
435	13.7	8	2222
451	16	12	2222
434	16.8	14	2222
441	17.5	13	2222
438	18	12	2222
461	18.2	8	2222
431	18.9	12	2222
459	19.3	17	2222
427	19.8	12	2222
454	19.8	16	2222
458	19.8	20	2222
456	20	18	2222
462	20.4	16	2222
436	20.8	18	2222
444	20.8	18	2222
447	20.8	16	2222
433	21.5	16	2222

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 14			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
453	22.3	18	2222
443	23	20	2222
448	23	19	2222
450	23	18	2222
439	23.5	18	2222
445	23.7	19	2222
432	24.3	18	2222
457	25	19	2222
429	27.6	16	2222
430	28	17	2222
428	28.9	18	2222
437	30	19	2222
452	30	27	2222
442	30.7	24	2222
440	31.5	23	2222
449	32	19	2222

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

.Apéndice P: datos de la pacerla 15

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 15			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
476	10.6	8	2289
485	11.3	9	2289
487	11.4	9	2289
480	11.5	9	2289
493	12.4	10	2289
479	14	10	2289
491	14.5	11	2289
489	14.8	13	2289
495	14.8	12	2289
472	15	11	2289
484	15	11	2289
488	15.6	11	2289
474	16.5	11	2289
471	17	12	2289
492	17	12	2289
473	18	14	2289
481	18	13	2289
500	18.7	15	2289
499	19	16	2289
468	20	16	2289

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 15			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
477	20	9	2289
464	20.6	16	2289
498	21	17	2289
501	22	19	2289
502	23	17	2289
465	24.8	18	2289
466	25	13	2289
470	25	19	2289
475	25	19	2289
478	25	18	2289
483	25	15	2289
486	27.6	18	2289
490	28	18	2289
496	28	18	2289
469	28.5	20	2289
463	30	10	2289
467	30	18	2289
482	30	20	2289
494	30	18	2289
497	31	17	2289

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice Q: datos de la pacerla 16

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 16			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
517	11	9	2208
519	11	8	2208
528	11	6	2208
513	12	10	2208
506	13	10	2208
510	14	11	2208
515	14	8	2208
523	14	10	2208
526	14	9	2208
537	14	9	2208
508	15	9	2208
532	15	8	2208
521	16	12	2208
539	16	11	2208
530	17	9	2208
509	18	8	2208
516	18	12	2208
520	18	11	2208
534	18	12	2208
512	19	11	2208

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 16			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
536	19	11	2208
507	20	13	2208
527	20	13	2208
538	20	15	2208
531	21	9	2208
522	23	11	2208
524	24	12	2208
529	25	13	2208
533	25	16	2208
503	27	13	2208
511	27	10	2208
504	30	18	2208
518	31	15	2208
535	31	15	2208
540	32	21	2208
505	33	13	2208
525	33	19	2208
541	49	21	2208
514	19	10	2208

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice R: datos de la pacerla 17

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 17			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
543	13	8	2195
562	13	9	2195
559	14	11	2195
565	14	11	2195
569	14	10	2195
547	16	12	2195
544	17	9	2195
548	17	13	2195
560	17	10	2195
570	17	10	2195
545	18	10	2195
551	19	11	2195
571	19	12	2195
546	20	16	2195
550	20	15	2195
558	20	12	2195
564	20	13	2195
576	20	12	2195
573	21	12	2195
579	22	16	2195

Pinus tecunumanii			
Parcela No. 17			
No. Arb.	DAP cm	H (m)	Altitud (msnm)
557	23	14	2195
575	23	19	2195
556	24	14	2195
578	24	13	2195
554	25	7	2195
568	25	16	2195
577	25	15	2195
563	26	12	2195
572	27	16	2195
553	27.9	18	2195
567	28	17	2195
555	29	17	2195
542	30	21	2195
552	30	13	2195
561	31	18	2195
574	33	17	2195
549	34	21	2195
566	35	17	2195
557	23	14	2195
575	23	19	2195

Fuente: elaboración propia datos de las parcelas 28 de octubre del año 2018

Apéndice S: variable dasometricas por estrato

a). Resultados de las variables dasométricas por estrato C3

Tabla No. 20.

Descripción estadística	Simbología	Resultado
Media aritmética	X	**18.56**
Desviación estándar	S	**60.08**
Coeficiente de variación (%)	Cv	**82.89**
Error estándar	Sx	**20.03**
Error de muestreo	Ema	**37.24**

Estimadores estadísticos muy densos.

Fuente: elaboración propia datos estadísticos por estrato 20 de octubre del año 2018.

b). Resultados de las variables dasometricas estrato C2

Tabla No. 21. Estimadores estadísticos estrato denso

Descripción estadística	Simbologías	Estimadores
Media aritmética	**X**	93.78 m^3/ha
Desviación estándar	**S**	5.55 m^3/ha
Coeficiente de variación (%)	**Cv**	5.92 %
Error estándar	**Sx**	2.78 m^3/ha
Error de muestreo	**Ema**	8.82 m^3/ha
Error de muestreo (%)	**EM%**	9.41

Fuente: elaboración propia datos estadísticos por estrato 20 de octubre del año 2018.

c). ***Resultados de las variables dasometricas estrato C0***

Tabla No. 22 Estimadores estadísticos estrato ralo

Descripción estadística	Simbologías	Estimadores
Media aritmética	**X**	16.98 m^3/ha
Desviación estándar	**S**	1.27 m^3/ha
Coeficiente de variación (%)	**Cv**	7.52 m^3/ha
Error estándar	**Sx**	0.64 m^3/ha
Error de muestreo	**Ema**	2.02 m^3/ha
Error de muestreo (%)	**EM%**	11.95 m^3/ha

Fuente: elaboración propia datos estadísticos por estrato 20 de octubre del año 2018.

Apéndice T: ubicación del área de estudio.

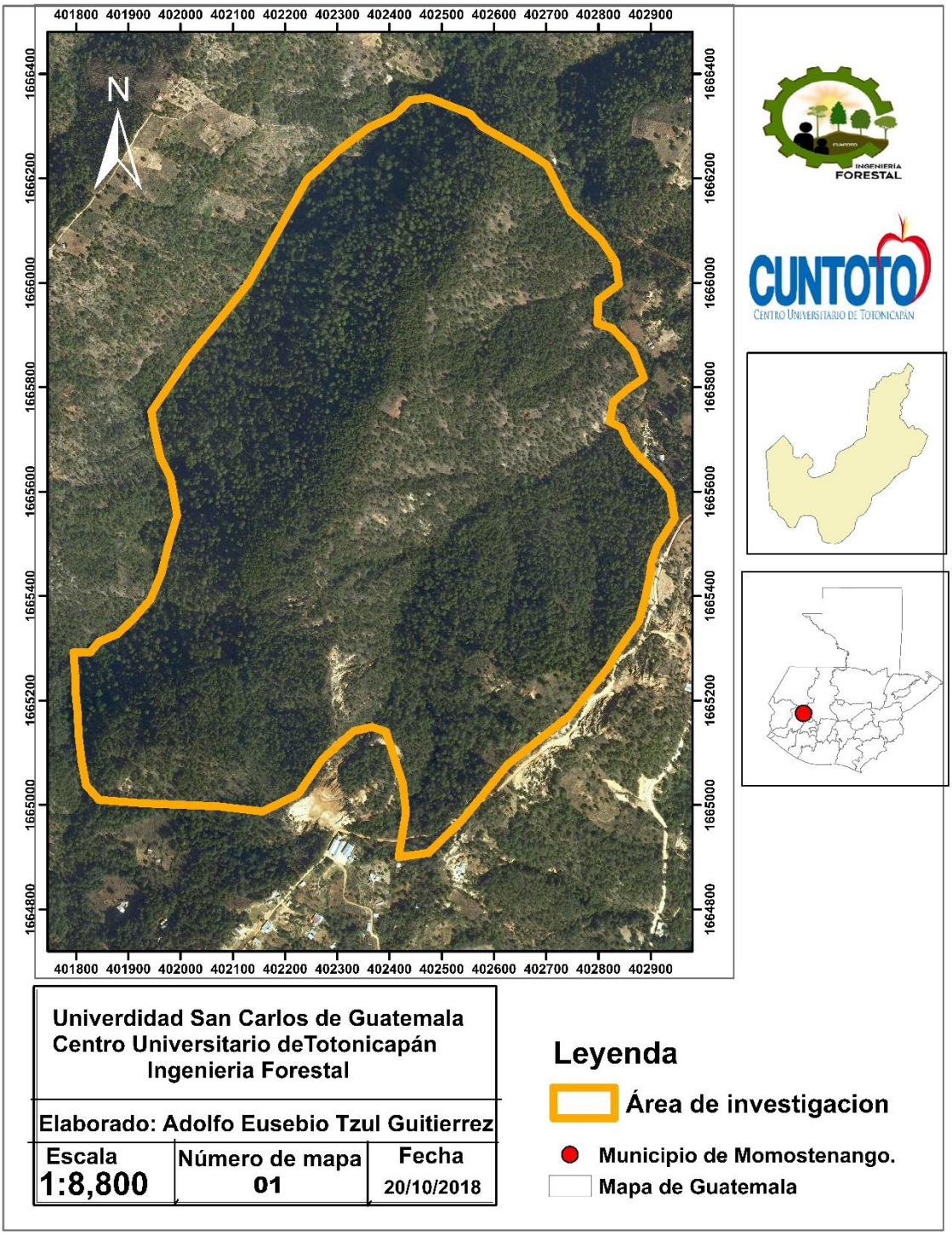
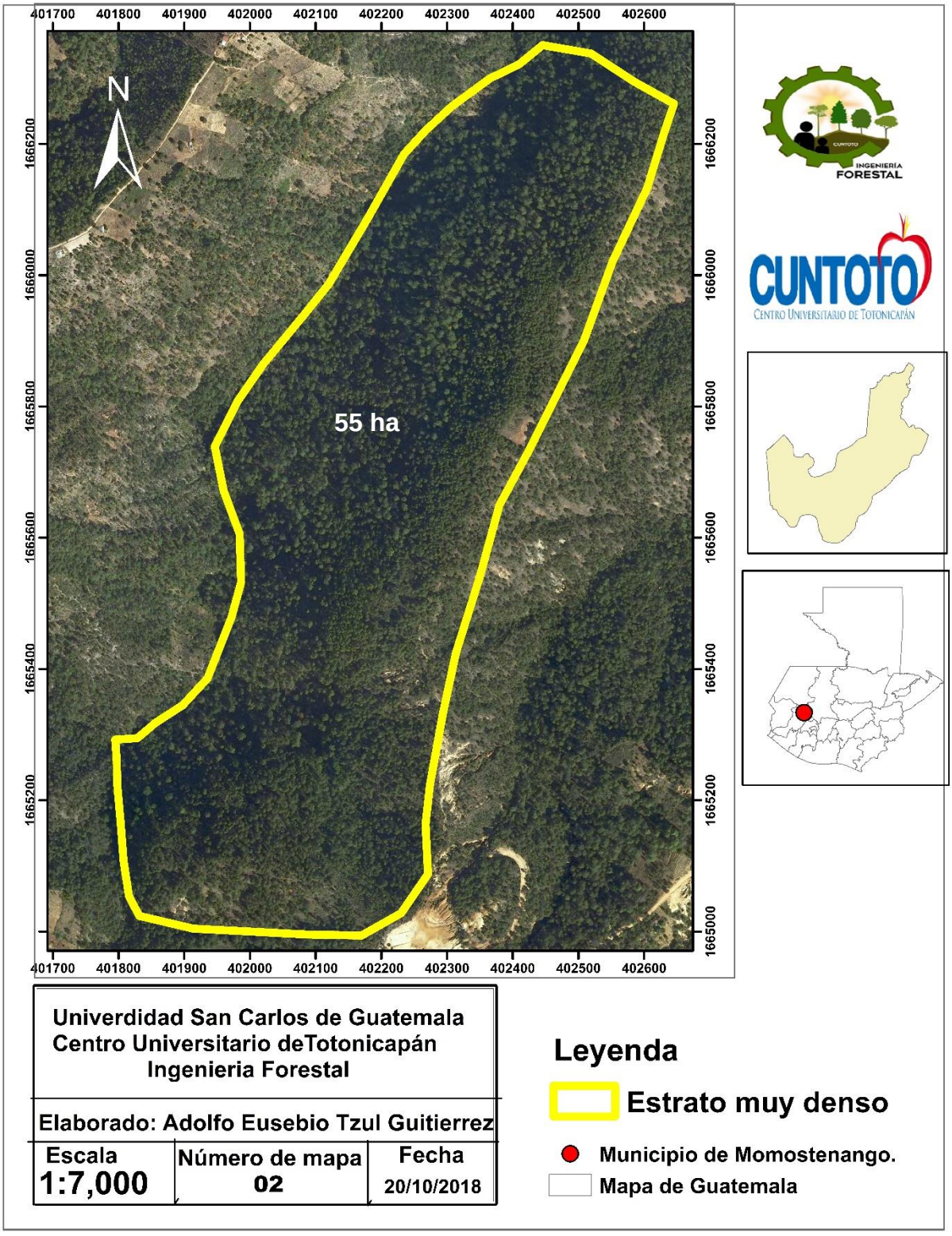


Figura No. 4 Mapa del área investigación.
Fuente: elaboración propia 25 de octubre del año 2018

Apéndice U: mapas de estratificación



Fuente: elaboración propia 25 de octubre del año 2018

Apéndice V: mapas de estratificación.

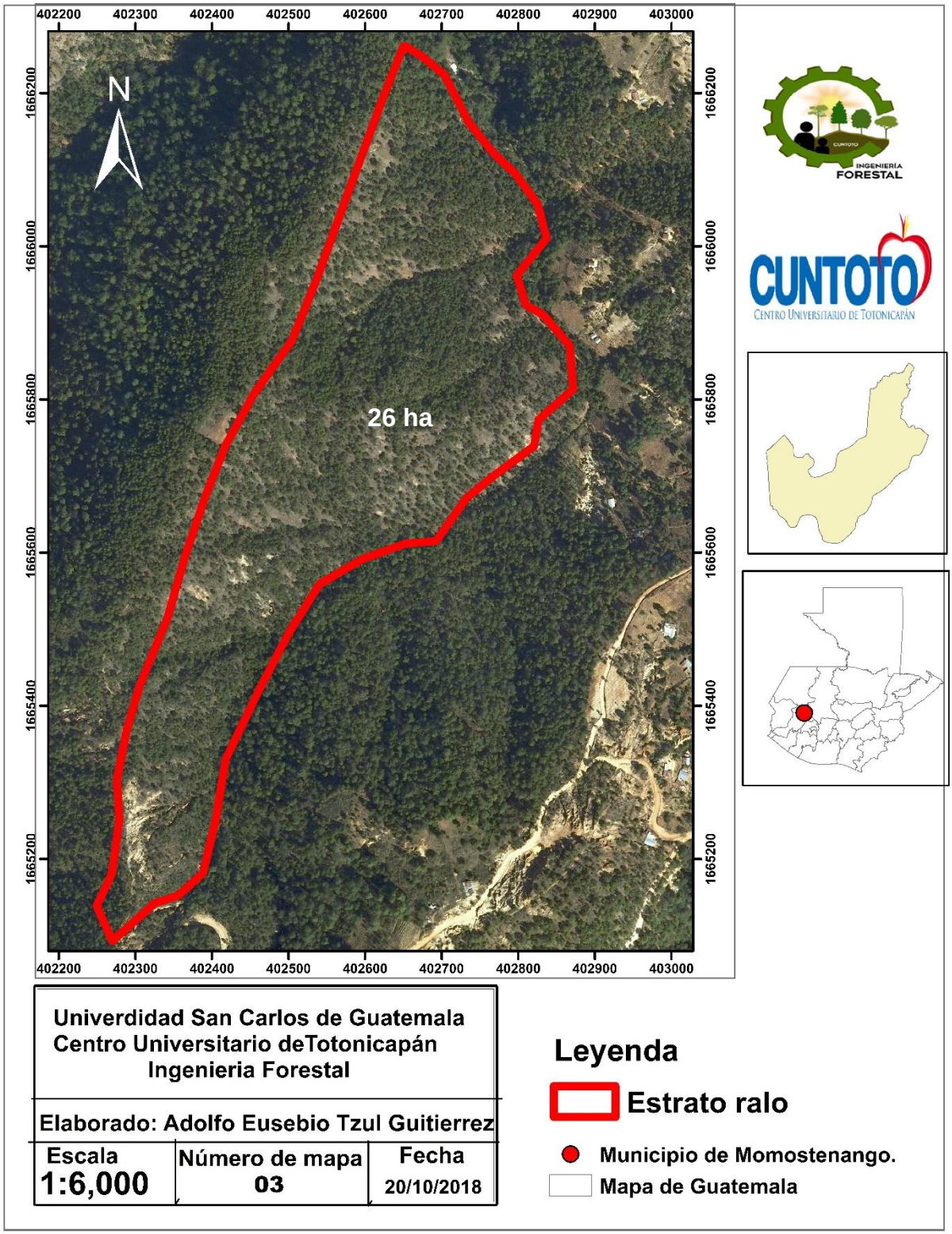


Figura No. 6 Mapa estrato ralo
Fuente: elaboración propia 25 de octubre del año 2018

Apéndice W: mapas de estratificación

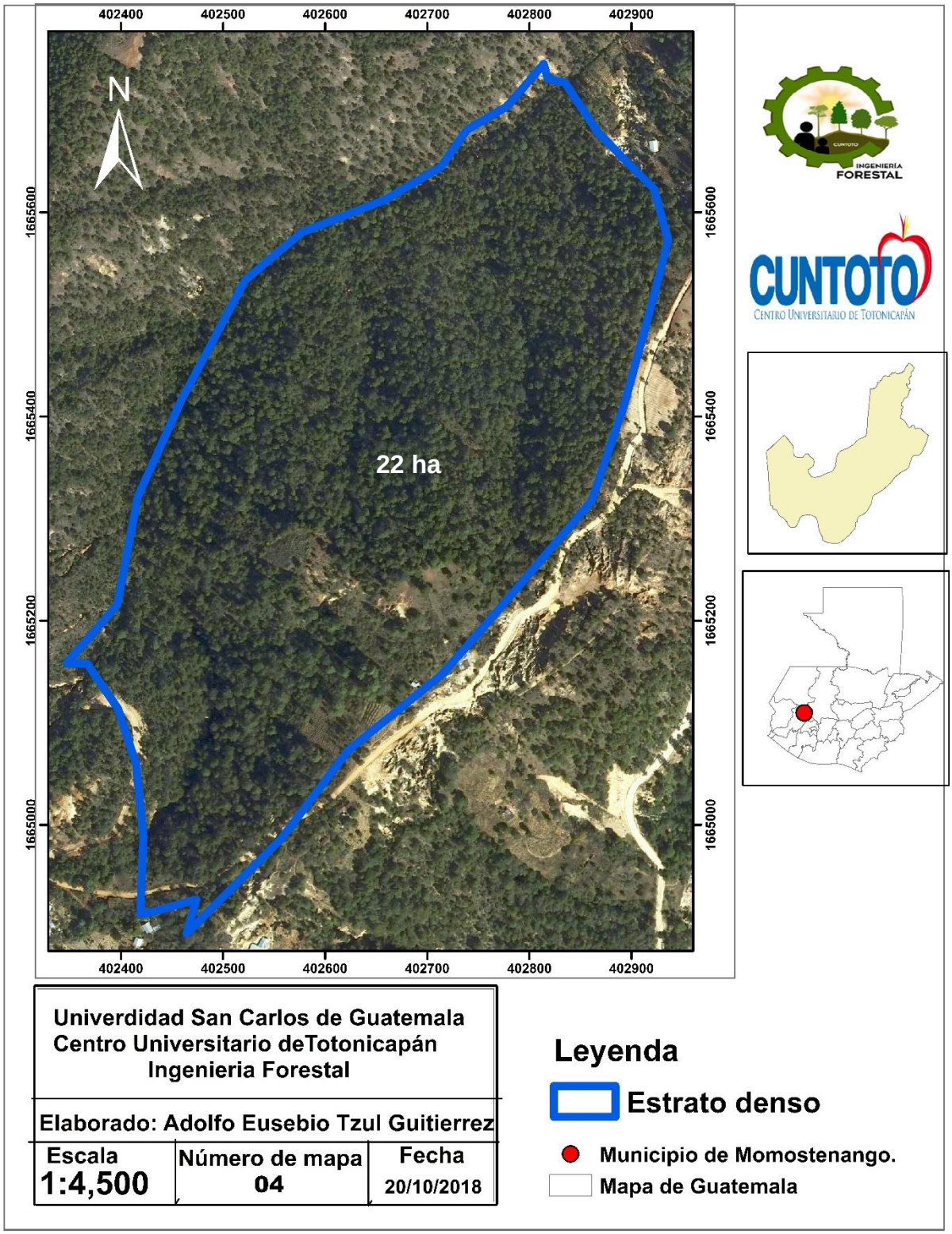


Figura No. 7 Mapa estrato denso
Fuente: elaboración propia 25 de octubre del año 2018

Apéndice X: ubicación del bosque del Barrio Santa Ana, Momostenango, Totonicapán.

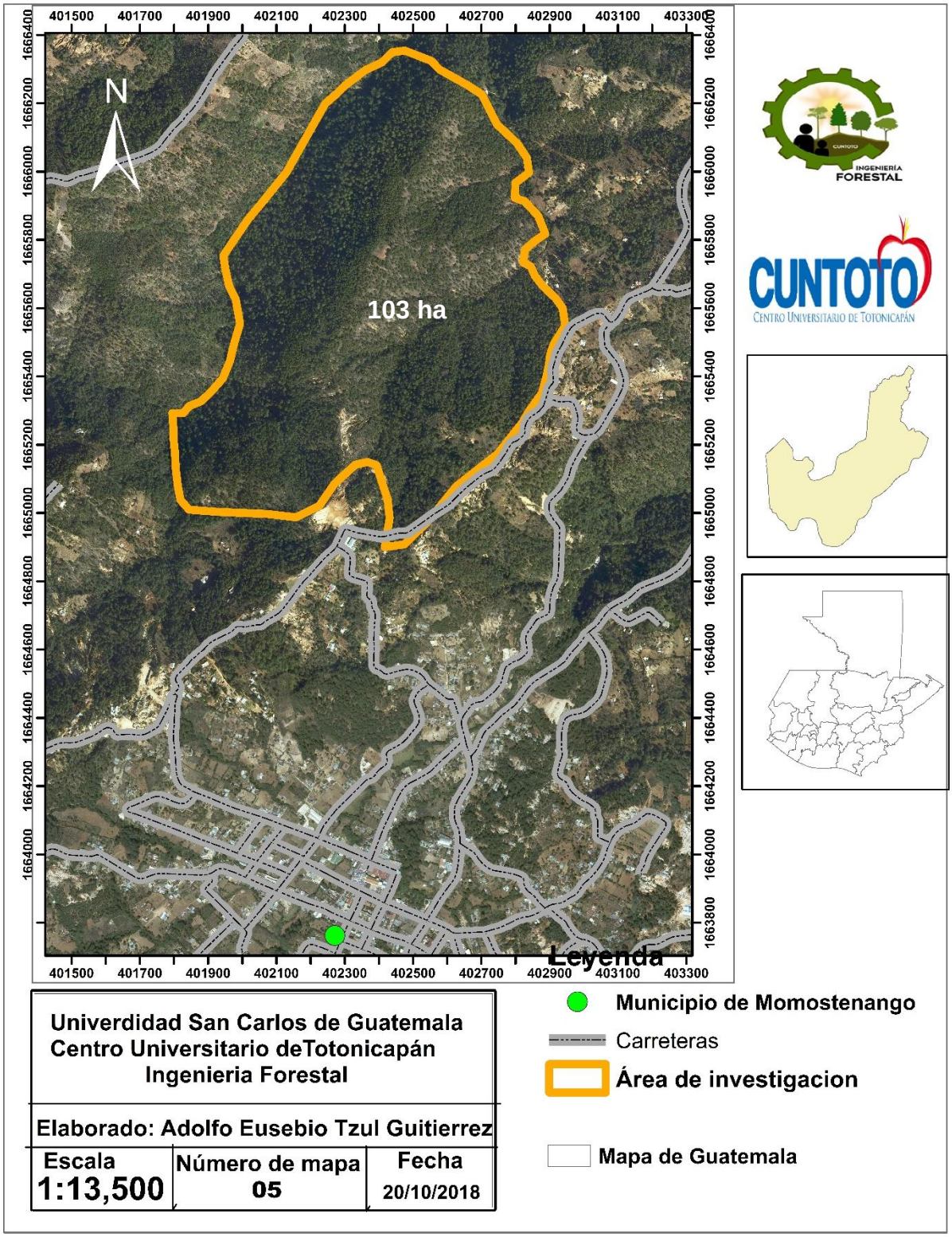


Figura No. 8 ubicación de bosque
Fuente: elaboración propia 25 de octubre del año 2018

Apéndice **Y: mapas distribución de las parcelas.**

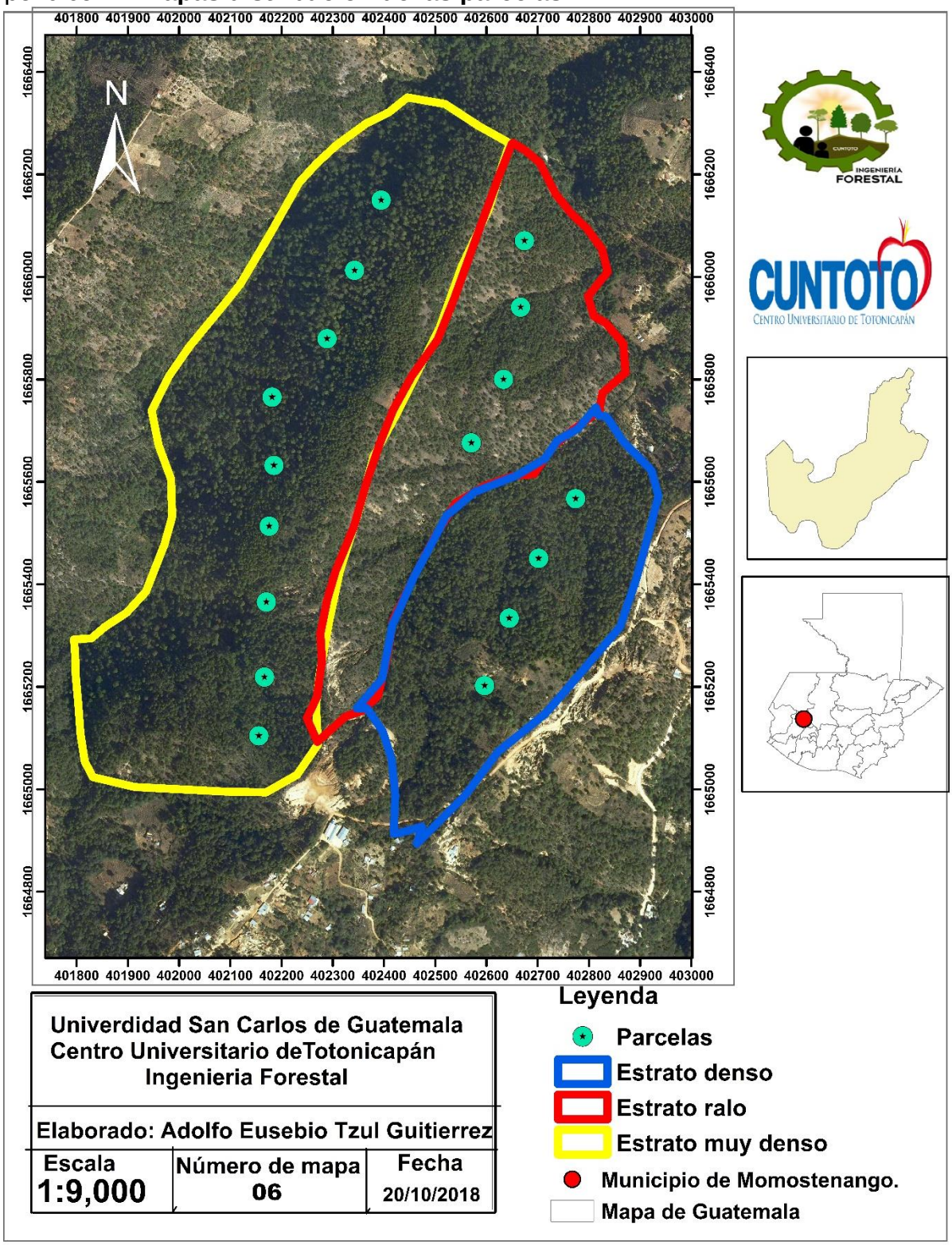


Figura No. 9 ubicación y distribución de las parcelas
Fuente: elaboración propia 25 de octubre del año 2018

Apéndice Z: Fotografía del área inventariada

Figura No. 10 Área de investigación
Fuente: elaboración propia bosque comunal de Momostenango, 20 de octubre del año 2018

Apéndice AA. Mediación forestal

Figura No. 11 Medición forestal

Fuente: Elaboración propia medición de altura. 15 de octubre del año 2019.

Figura No. 11 Medición de diámetro.

Fuente: Elaboración propia medición de diámetro, DAP. 15 de octubre del año 2019

Anexo A: análisis estadístico del inventario forestal

a) Media aritmética:

Se definió la media aritmética del volumen total del área estudiada, como la suma de un conjunto de observaciones, dividida entre el número total de ellas. Para este caso se utilizaron los individuos de los rodales. Esto se utilizó para tener un promedio ya que los valores son muy dispersos como lo son los diámetros, es un valor central de los datos constituyendo ser la media de ubicación más utilizada en general se obtienen sumando los valores de interés y dividiendo entre el número de valores sumados de los árboles inventariados.

Ecuación 3.

$$X = \frac{\sum Xi}{n}$$

En donde

Xi = Sumatoria valor observado de la i-ésima unidad muestral

N = Número de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

b) Desviación estándar:

Son medidas que caracterizan la dispersión de los individuos (árboles) con respecto a la media. Refleja si la mayoría de los individuos en una población forestal son próximos a la media o diseminados.

Ecuación 4.

Dónde:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 - (\Sigma X_1)^2/n}{n - 1}}$$

S= Desviación estándar.

Xi= Valor observado de la i-ésima unidad muestral.

X= Media aritmética de la muestra

n= Tamaño de la muestra

c) Coeficiente de variación:

Las medidas de dispersión anteriores se expresan en valores absolutos, consecuentemente no hacen válida la comparación de variabilidad entre poblaciones o muestras que se dan en unidades diferentes. En este caso se obtuvo el coeficiente de variación para verificar la dispersión dasométrica de los árboles inmersos en los estratos dentro de la masa forestal de Santa Ana, Momostenango. El problema de comparar variación entre observaciones que se expresan en unidades diferentes, se resuelve recurriendo a una medida relativa de dispersión que considere, además de la variación absoluta, a la media de la población forestal

Ecuación 5.

Dónde:

$$CV = \frac{S}{X} x\ 100$$

CV = Coeficiente de variación

S = Desviación estándar

X = Media aritmética

100 = Constante

d) Error estándar:

Lo que más aparece en un muestreo (árboles inventariados), aparte de la media, es su exactitud. Se sabe que cada media estimada con base en un muestreo tiene un error estadístico, el cual también hay que calcular. A diferencia de la

desviación estándar que mide el promedio de las desviaciones de las observaciones individuales respecto a la media muestral, el error estándar mide el desvío de las medias muestrales (estratos de la masa forestal) respecto a la media poblacional de los individuos (árboles).

Fórmula 6.

$$Sx = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

Sx = Error estándar de la media

S= Desviación estándar

n= Tamaño de la población

e) Error de muestreo

Indica la confiabilidad de los resultados obtenidos de las muestras del área de investigación.

Ecuación 7.

EM= t(Sx)

$$EM = t(Sx)$$

Dónde:

t= Tabla de t de Student

Sx= Error estándar de la media

f) Error de muestreo en %

Permitió determinar la confiabilidad de los resultados como porcentaje de las muestras dentro de la masa forestal inventariada.

Ecuación 8.

$$EM\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$$

Dónde:

t = Tabla de t de Student

Sx = Error estándar de la media

X= Media Muestral

100 = %

e) Límites de confianza

El límite de confianza permitió obtener de la masa forestal el intervalo donde se encontró la verdadera media de la población forestal (árboles inventariados).

Ecuación 9.

Dónde:

$$X \pm t\,(Sx)$$

μ= Media Poblacional

X= Media Muestral

t(Sx) = Error de Muestreo.

f) Número de parcelas.

Se aplicó la fórmula propuesta por Ferreira, (1994), utilizando un valor del 95% de confiabilidad y un error de muestreo del 15% aplicable para este estudio, ya que el objetivo de la misma es conservar y darle manejo silvicultural, por tal razón es

aceptable los elementos estadísticos utilizados, además se efectuó en su inicio un premuestreo con 15 parcelas para poder determinar el número total de parcelas a levantar en el bosque, al final fue de 17 en total.

Ecuación 10.

Dónde:

$$n = \frac{z^2.p.q.N}{N.E^2+z^2p.q}$$

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza

N= Población forestal

P= Probabilidad a favor

Q= Probabilidad en contra

E%= Error de muestreo 15%.

g) Análisis estadístico estratificado

El muestreo estratificado se realizó con los siguientes pasos: en primer lugar, en dividir la población en subpoblaciones, denominados estratos. El muestreo fue sistemático en cada estrato, la totalidad del procedimiento se describe como muestreo aleatorio estratificado. Por otro lado, la estratificación se empleó para aumentar la precisión de las estimaciones de la población forestal investigada. Se utilizó la siguiente fórmula.

Ecuación 11.

$$Sx = \sqrt{\sum\left(\frac{Nj^2 sXj^2}{N^2}\right)}$$

Dónde: ∑ Xi² = Sumatoria de los cuadrados de los volúmenes

(∑Xi)² = Sumatoria de los volúmenes elevadas al cuadrado

n = Numero de muestras

Capítulo V

5.1. Nombre de la guía de productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales.

Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales.

Fuente: elaboración propia municipio de Momostenango 23 de octubre del año 2018

Fuente: elaboración propia municipio de Momostenango 23 de octubre del año 2018

5.2. Introducción

La reforestación y plantación es una de las acciones que ayuda a repoblar la masa forestal no solo está técnica existen también está la generación natural. Que es la más efectiva para la recuperación de las áreas deforestadas. Al realizar dicha actividad es necesario tomar en cuenta ciertos factores para poder garantizar un porcentaje alto de prendimiento de las plantas como lo son: el tipo de suelo ya que esto está relacionado con el porcentaje de micro y macro nutrientes que necesitan las plantas ya que algunas especies se adaptan a las malas condiciones que puede haber como lo son los pinos poseen un amplio rango de piso altitudinal. También estas especies de pinus se adaptan a suelos rocosos y pocos fértiles como los son ***Pinus oocarpa, Pinus maximinoii. Pinus tecunumanii***.

La mayoría de las plantaciones se realizan con especies que no son adecuadas a las condiciones del área, este error se comete casi siempre con tal de reforestar se plantan la especie disponible y en muchos casos las plantas no sobreviven, otro problema que existe es que se piensa que al plantar alisos, ayuda a que tengan más agua disponible y la mayoría de reforestaciones se realizan con plantas de esa especie y casi no sobreviven porque esta especie requiere de humedad, suelos con un buen drenaje y materia orgánica.

Este guía está dirigida a personas que desean realizar reforestaciones y tomar en cuenta las condiciones requeridas a las áreas que se desean reforestar para que tengan un mayor porcentaje de prendimiento de las plantas. En el contenido de la guía se encuentra los pasos a seguir para realizar una reforestación adecuada al área que se desea recuperar o proteger que va desde la selección de la plántula en el vivero, el sistema de siembra al tres bolillo, cuadrado. Como también los diferentes tratamientos como lo son la fertilización, el chapeo o limpia, el plateo, como también la técnica de siembra de los árboles en el campo definitivo.

Otro apartado es la importancia de las podas, raleos según el objetivo de la plantación, si es para obtener madera de calidad o para conservación y protección,

después de realizar de los de tomar las consideraciones anteriores se da a conocer la importancia de la reforestación que nos provee de bienes y servicios ambientales y por último si desean ingresar a una modalidad de los incentivos forestales se da a conocer el costo y el monto de una hectárea en la modalidad de conservación y protección. Por otro lado, la guía será una herramienta para los comunitarios y personas que desean realizar reforestaciones. Aunado a esto se realizó con el apoyo de la oficina de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) la cual es la institución coordinadora del municipio para estas actividades que se realizan en Momostenango.

5.3. Objetivos

5.3.1. General

Elaborar una guía de plantación y manejo de reforestación con el propósito de los comunitarios le den buen tratamiento al bosque y preservar los recursos forestales de la comunidad del Barrio Santa Ana, Momostenango, Totonicapán

5.3.1.1. Específicos

- ✓ Proporcionar a las personas conocimientos básicos para la ejecución de los proyectos de reforestación y plantación forestal.

- ✓ Aplicar los contenidos de la guía de reforestación y plantación en los proyectos comunitarios de agua.

- ✓ Proporcionar a los comunitarios una herramienta para para reforestar y plantar.

- ✓ Sensibilizar a los actores de tomadores de decisiones, propietarios de áreas forestales degradadas, gestores de recursos naturales, estudiantes, autoridades comunales y a todo aquel interesado en la conservación de la biodiversidad; como un pequeño esfuerzo para contribuir a la conservación del capital natural del municipio.

5.4. Marco contextual

Esta guía tiene la finalidad de contribuir con las personas para poder ejecutar de manera eficiente y eficaz dichos proyectos de reforestación ya que es de importancia esta acción que se realiza para repoblar las áreas deforestadas y degradadas, de igual manera servirá como una herramienta para la oficina de Unidad de Gestión Ambiental Municipal. Para realizar capacitaciones y tomar las consideraciones pertinentes.

5.4.1. Localización Política-Geográfica del municipio de Momostenango.

El bosque comunal del Barrio San Ana, se ubica al noroeste del municipio de Momostenango Departamento de Totonicapán, y este a su vez pertenece a la Región VI. Situada en el altiplano sur occidental de Guatemala, a una altura de 2213 metros sobre el nivel del mar, cuenta con un área de 103 hectáreas, con latitud norte de 1665746 y una longitud oeste de 402182 y una distancia de 23 kilómetros de la cabecera departamental y a 205 kilómetros de la ciudad capital, por carretera asfaltada. (Ver apéndice X).

5.4.2. Limites

El límite territorial del municipio Momostenago comprende el siguiente:

Al norte, con San Bartolo Aguas Calientes departamento de Totonicapán, Malacatancito departamento de Huehuetenango, San Carlos Sija (Quetzaltenango), al sur, con los municipios de Totonicapán y San Francisco El Alto, al oriente, con San Antonio Ilotenango (El Quiché), Santa Lucía La Reforma y Santa María Chiquimula (Totonicapán); al occidente, con los municipios de Cabricán y San Carlos Sija departamento de (Quetzaltenango). istancia de Momostenango hacia cada uno de los municipios de Totonicapán.

- 10 kilómetros al municipio de San Francisco El Alto Totonicapán.
- 18 kilómetros al municipio de San Cristóbal Totonicapán.

- 23 kilómetros a la Cabecera Departamental de Totonicapán.

  205 kilómetros a la Ciudad Capital de Guatemala. (SEPLAN, 2001 pág.16).

5.4.3. Vías de acceso

Para llegar a Momostenango se utiliza la carretera Interamericana CA-1 se puede acceder por tres vías: la primera está ubicada en el lugar denominado el entronque, en San Francisco El Alto, allí se ingresa a la carretera departamental CD-2, en ella se deben recorrer 17 kilómetros para llegar a Momostenango. La segunda está ubicada en el kilómetro 203 conocido como el Rancho de Teja (San Francisco El Alto), el cual está a una distancia de 12 kilómetros del Municipio y la tercera está localizada en la aldea Santa Ana y dista de 14 kilómetros, se ingresa por Pologuá, la primera vía está asfaltada no así las restantes; dichas carreteras son transitables todo el año. (ibid pág. 20).

5.4.4. Extensión territorial

Momostenango pertenece a la llamada región VI Sur Occidente. Tiene una extensión territorial de 305 km^2, es el municipio que ocupa el segundo lugar en extensión territorial con el 29% del total de ocho municipios que integran el departamento de Totonicapán. (ibid pág. 20).

5.5. Zona de vida

5.6. Bosque húmedo Montano Subtropical

El patrón de lluvias varía entre 1,057 mm y 1,588 mm, con un promediado de 1,344 mm de precipitación anual. Las biotemperaturas van de 16 grados a 26 grados C. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75. Su topografía en general es plana y está dedicada a cultivos. La elevación varía entre 1,500 y 2,400 m.s.n.m. La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, está representada por rodales de ***Quercus spp*.,** asociados

generalmente con ***Pinus pseudostrobus y Pinus montezumae, Alnus jorullensis, Arbutus xalapensis, Cupressus lusitanica***, (según, González. C. 2003). Pues los terrenos llanos pueden utilizarse para la producción de maíz, frijol y frutales de zonas templadas como: durazno, pera, manzana, aguacate y otros. (De la Cruz, 1981).

5.6.1. Región fisiográfica

El municipio de Momostenango se encuentra ubicado en la región fisiográfica Tierras volcánicas. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material principal ente basalto y riodacitas que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte.

Precisamente en la subregión zona montañosa occidental (Tacana-Tecpán), unidad fisiográfica que se ubica y localiza esta desde la línea fronteriza con México, en el norte de los Departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, hasta el este en los Departamentos de Totonicapán, Sololá y Chimaltenango y al sur del Departamento de Quiché.

Representa el relieve más alto de Guatemala con alturas de 1,000 a 4,000 msnm. Específicamente en el gran paisaje Montañas Volcánicas Altas de Occidente esta región se localiza en el entorno del poblado de Tacaná y se extiende hacia el Este y al Sur del municipio de El Quetzal en el Departamento de San Marcos, Quetzaltenango y Totonicapán. (MAGA, 2001 pág. 27).

5.7. Hidrografía

“El municipio de Momostenango se ubica dentro de dos cuencas: Salinas y Samalá, asimismo, cuenta con 385.41 hectáreas (ha) de su territorio que pertenece a la cuenca del río Cuilco” (MAGA, 2001. Pág. 44). En él se observan ríos de limitado caudal y riachuelos, algunos de los cuales en época de verano reducen

drásticamente el caudal o se secan. Está muy influenciado por los efectos positivos y negativos, generados por la misma presión de las cuencas sobre el municipio.

Entre los efectos positivos de las cuencas hacia el municipio se refleja la proporción de servicios ambientales el municipio, aire más limpio por efecto de los bosques. También ayudan a que exista recarga hídrica y las fuentes subterráneas sean abastecidas de agua constantemente. Aunque en los últimos años la deforestación ha ido mermando de manera positiva. Otra acción efectiva para el municipio, es la oferta de leña proveniente de estas cuencas. Igualmente, muchos de los productos agrícolas que son parte de la dieta alimenticia de los pobladores provienen de territorios de las parte altas y bajas de las cuencas.

5.7.1. Topografía y vegetación

Los terrenos correspondientes son de relieve muy escarpado a ondulado y ligeramente inclinado, pero en general se puede describir como accidentado, ya que los relieves planos son muy reducidos. La elevación varía entre 2770 y 3300 msnm. La vegetación natural está constituida por Coníferas Pino colorado (***Pinus oocarpa)*** y algunas especies de Latifoliadas como a ***(Arbutus xalapensis)***, encinos (***Quercus spp.***).

5.7.2. Clima

Momostenango por estar situado a una altura de 2,204 metros sobre el nivel del mar, tiene un clima frío; con una temperatura máxima promedio anual de 25º centígrados y una mínima promedio anual de 16º centígrados. Las estaciones son de invierno y verano, la época lluviosa es de mayo a octubre y la época seca de noviembre al mes de abril. Los vientos que soplan sobre el municipio de Momostenango, normalmente son moderados y corren de norte a sur, especialmente en los meses de enero a marzo.

5.7.3. Precipitación

La precipitación pluvial anual es de 2,000 a 4,000 mm, la humedad oscila entre el 6% y 100%, el régimen de lluvia tiene un promedio de 183 días al año durante los meses de invierno, aunque la lluvia no es uniforme en todos los sectores.

5.8. Marco teórico

5.8.1. Reforestación

Se define a la reforestación como el *establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales*. La reforestación es un proceso que comprende las etapas de planeación, obtención de semilla, producción de planta, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo.

5.8.2. Reforestación urbana

Es la que se establece dentro de las ciudades con diferentes fines u objetivos, y se clasifica de la siguiente manera:

a). Estética (escénica). Tiene por objeto proteger o adornar una región, lugar o sitio (parques, banquetas, camellones, entre otros).

b). Investigación, experimental o demostrativa

Este tipo de reforestación es utilizada con fines demostrativos para crear conciencia ambiental en la población local y desarrollar interés por el cuidado del medio. También muestra los beneficios que se generan con el mejoramiento de la calidad del aire y la reducción de contaminantes. Se puede utilizar con fines científicos, ya sea para realizar estudios de investigación o de introducción de especies, mostrar la forma en que se desarrollan las plantaciones de alguna región determinada o mejorar su establecimiento y manejo.

c). Conductiva o moderadora de ruido (protectora)

Los árboles amortiguan el impacto de las ondas sonoras, reduciendo los niveles de ruido en calles, parques y zonas industriales. Este tipo de reforestación se hace en arreglos especiales, alineados o en grupos, ya que las cortinas de árboles abaten el ruido entre seis y diez decibeles (unidad de medida del sonido).

d) Control de sombras. Con el control de la intensidad de luz en el sitio de establecimiento en la zona urbana, los árboles alrededor de las casas filtran el aire cálido y lo refrescan al cruzar su copa; sombrean paredes, patios, techos y otros. En zonas cálidas apoyan la economía de las familias porque contribuyen a reducir el uso de aire acondicionado.

5.8.3. Reforestación rural

Es la que, de acuerdo con su objetivo, se establece en superficies forestales o potencialmente forestales donde originalmente existían bosques, selvas o vegetación semiárida.

a). De conservación. Se desarrolla bajo el método de enriquecimiento de acahuales en las selvas, lo que ayuda a los terrenos en descanso a acelerar su tránsito hacia etapas más avanzadas y de más alta productividad.

b). De Protección y restauración. Este tipo de reforestación se establece con el propósito de proteger y contribuir a la estabilización y restauración de terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación y erosión de suelo.

c). Agroforestal. Plantación en la que los árboles se plantan y cultivan intencionalmente en la misma unidad de tierra junto con cultivos agrícolas, frutícolas, hortícolas o con pastizales, con la intención de diversificar la

producción y aprovechar los beneficios económicos y ecológicos que brindan los árboles y la cobertura de los cultivos. Debido a la asociación de usos y especies, este tipo de plantación ofrece múltiples beneficios al mismo tiempo que protege y mejora el medio ambiente. También se les conoce como sistemas agrosilvopastoriles.

d). Productiva. Tiene como finalidad la obtención de productos de calidad –en gran cantidad– destinados a la actividad económica, ya sea industrial, comercial, artesanal, ornamental, medicinal, energética o alimentaria. En un sentido estricto, se trata de un cultivo intensivo de árboles en el que incluso se puede utilizar maquinaria pesada para la preparación del suelo y las labores principales usando

al mismo tiempo material genético de alta calidad que maximice la producción de acuerdo con el tipo de producto que se espera obtener.

5.9. Marco Legal

Para el país en el tema ambiental tiene un marco regulatorio aplicable a los recursos naturales, tiene su origen en la Constitución Política de la República de Guatemala, instrumento por la cual el estado de Guatemala, garantiza la conservación y protección de los recursos naturales y el medio ambiente, para tales efectos estipula que el gobierno nacional y las municipalidades deben velar para la aplicación de las leyes y artículos establecidos en beneficio del país de Guatemala.

La Constitución Política de la República de Guatemala, de fecha 17 de noviembre de 1993. (Guatemala).

Medio Ambiente y equilibrio ecológico. Que el estado y Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación". (Art. 97).

La norma constitucional estipula tres actores responsables y obligados de propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, ellos son: El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional. Para darle cumplimiento a la norma constitucional en referencia se promulgo: "Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente", "Ley Forestal", "Ley de Minería", "Ley del Consejo Nacional y de Áreas Protegidas", "Ley de Caza", "Código de Salud", "Código Municipal", "Código Penal" y la creación de MAR.

Reforestación. Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo las resinas, gomas, productos vegetales silvestres no cultivados y demás productos

similares, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos, corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecos, individua les o jurídicas. Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección. (Art. 126).

El Acuerdo Gubernativo No. 186-01. Reglamento orgánico interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, del año 2001.

Artículo. 9 inciso j, Incluir en todos los esquemas la plena participación de las mujeres en los procesos de formulación de políticas, estrategias y programa ambientales, garantizando su pleno acceso y beneficios por el uso y manejo del ambiente y los recursos naturales.

Por medio de las bases legales descritas anteriormente se sustenta la investigación y se establece que la regeneración natural y cuidado de los bosques es de interés para el estado de Guatemala.

El Decreto Legislativo No. 68-86. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente de fecha 15 de diciembre de 1986

Este decreto tiene por objetivos de la ley, indicar que en el: inciso b, la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen el deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes; y el inciso c, orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.

El Decreto Legislativo No. 101-96. Ley del desarrollo forestal y Planes de manejo de fecha 04 de diciembre de 1996

Es un programa de acciones desarrolladas técnicamente, que conducen a la ordenación silvicultural, de un bosque, con valor de mercado o no, asegurando la conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales.

El manejo forestal en Guatemala, ha sido una intención que se ha planteado en las diferentes legislaciones con las que el país ha contado, sin embar6go, los resultados obtenidos han sido reducidos, principalmente por falta de objetivos de largo plazo concretamente definidos, además de la falta de claridad conceptual del manejo forestal como base de una adecuada ordenación forestal, falta de políticas estatales de desarrollo coherentes que apoyaran el uso adecuado de los recursos naturales, entre las principales.

El Decreto Legislativo No. 110-96. Ley de áreas protegidas de fecha 12 de diciembre de 1996.

La Ley de Áreas Protegidas y del Congreso de la República de Guatemala declara en el capítulo uno de la conformación de las áreas protegidas que: son áreas protegidas, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación para su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos, de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, a fin de mantener opciones de desarrollo sostenible.

Fuentes de agua. Como programa prioritario del “SIGAP”, se crea el Subsistema de Conservación de los Bosques Pluviales, de tal manera de asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca. Dentro de él podrá haber reservas naturales privadas. (Art. 13).

El Decreto Legislativo No. 52-2005. Ley Forestal especificaciones de manejo forestal y regeneración natural de fecha 06 de diciembre de 2005.

La ley forestal decreta en la resolución No. 01.43.2005 el manejo forestal deberá contemplar las cuatro etapas:

a) **Planificación:** que incluye la elaboración del inventario, Plan de Manejo Forestal y planes operativos;

b) **Aprovechamiento:** que incluye, la localización de la extensión a aprovechar, la planeación de la infraestructura necesaria para el aprovechamiento, el transporte y consideraciones acerca de la tala;

c) **Silvicultura:** que incluye, la determinación de los sistemas de regeneración del bosque y el tipo y secuencia de tratamientos silviculturales a aplicar a fin de favorecer el máximo rendimiento.

d) **Protección:** que incluye, todas las medidas necesarias para eliminar o reducir el riesgo e implementar el control del ataque de plagas y enfermedades, incendios forestales, talas ilícitas, y otros aspectos que atenten contra el manejo forestal sostenible.

La regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura forestal altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

Por otro lado, la regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

a) Regeneración natural: establecida a través de la semilla proveniente de árboles semilleros, del banco de semillas del suelo, del manejo de rebrotes de especies deseables o de la combinación de estos.

b) Regeneración artificial: que puede ser establecida por la dispersión dirigida de semillas, establecimiento de plantaciones puras, plantaciones de enriquecimiento, sistemas agroforestales u otra práctica que sea promisoria en el sitio a regenerar.

El Decreto Legislativo No. 2-2015. Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala de fecha 17 de marzo 2015

El Congreso de la República, Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala, declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación del país y la conservación de los bosques y establece como obligación del Estado, adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma efectiva; para dar cumplimiento a esa disposición Constitucional PROBOSQUE, establece que la aplicación de la presente Ley está bajo la competencia del Instituto Nacional de Bosques.

El Acuerdo Legislativo No. 137-2016. Ley de la creación del misterio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala de fecha 11 de julio de 2016

Que conforme a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, contenida en el Decreto Número 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, corresponde al Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciar el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; y por su parte la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto Número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, establece que es función del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado.

Opiniones obligatorias. Todos los proyectos, obras, industrias o actividades que se encuentren en áreas protegidas deberán contar a su ingreso con opinión del Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- y en el caso de no encontrarse dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP-, se deberá de incluir un acta notarial de declaración jurada del proponente en donde deje constancia de que el proyecto, obra, industria o actividad a realizar, no se encuentra en área protegida. En los casos que se encuentren con incentivos forestales aprobados por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) deberán contar a su ingreso con resolución aprobatoria y plan de manejo forestal, cuando exista cambio de uso de suelo deberá presentarse el instrumento ambiental que corresponda en la categoría que la Dirección de Gestión Ambiental y de Recursos Naturales (DIGARN) o las delegaciones departamentales establezcan. (Art. 29).

5.10. Metodología

Se utilizaron varios métodos y técnicas para la elaboración de la guía la cual se dan a conocer a continuación.

5.11. Métodos

5.11.1. Método constructivista

Es un método basado en la teoría y participación con opciones y experiencias de las personas que participan y construyen conocimientos, es por ello, que se utilizará en los procedimientos para esta guía de reforestación, para que sea comprendido por cualquier técnico o persona en la cual vaya adquiriendo conocimientos en la reforestación en el bosque natural, el cual permitirá aplicar los procedimientos adecuados para dicha actividad.

5.11.2. Método participativo

A través de este método se busca que las autoridades comunales y personeros municipales puedan tener un aprendizaje activo, creativo y en beneficio de la recuperación de áreas boscosas natural ya que si trabajan colectivamente cada uno va dando sus aportes necesarios y de esa manera se logrará tener mejores resultados en las reforestaciones que se realicen

5.12. Técnicas

5.12.1. Recolección de la Información

Consiste en recabar los documentos y procedimientos para realizar una reforestación, que una vez organizados, analizados y sistematizados, permitan

conocer los procesos tal y como operan en el momento, y posteriormente proponer los ajustes que se consideren convenientes. Para recabar la información, es necesario acudir a diversas fuentes, entre las que destacan los archivos documentales Revistas, publicaciones, en los que se localizan los procedimientos a seguir antes de una reforestación.

Las técnicas que usualmente se utilizan para recabar la información necesaria son:

a) Investigación documental.
b) Revisión bibliográfica

5.12.2. Investigación documental:

Consiste en la selección y el análisis de aquellos escritos que contienen datos de interés relacionados con los procedimientos; para ello, se estudian documentos tales como revistas libros, publicaciones entre otros, que contengan información relevante para el estudio.

5.12.3. Revisión bibliográfica

Operación documental de recuperar un conjunto de documentos o referencias biográficas que se publican en el mundo sobre un tema, una publicación o un trabajo específico es una actividad de carácter retrospectivo que nos aporta información acotada a un periodo determinado de tiempo

Elementos que integran el manual

En la actualidad existe una gran variedad de modos de presentar un manual de procedimientos, y en cuanto a su contenido no existe uniformidad, ya que éste varía según los objetivos y propósitos de cada dependencia, así como con su ámbito de aplicación.

A continuación, se mencionan los elementos que se considera, deben integrar un manual de procedimientos, por ser los más relevantes para los objetivos que se persiguen con su elaboración:

· Índice
· Introducción
· Objetivo(s) del Manual
· Desarrollo de los procedimientos
1. Logotipo de la dependencia.
2. Nombre de la dependencia.
3. Nombre o siglas de la unidad administrativa responsable de su elaboración o actualización.
4. Título del Manual de Procedimientos.
5. Fecha de elaboración o en su caso, de actualización.

5.13. Herramientas

Planificación de las actividades a realizar

Es adecuado que para la realización de cualquier actividad se pueda organizar y planificar los procesos a realizar, esto servirá para que se logren alcanzar las metas establecidas, de las actividades de reforestación.

Libreta de campo

Consiste en llevar una libreta de apuntes las cuales se anotarán todas las observaciones posibles en cuanto a las opiniones y lo observado durante las diferentes actividades de reforestación.

Control de participación

Servirá para llevar un control con las entidades municipales y autoridades comunales las cuales darán a conocer su experiencia y conocimiento sobre los aspectos y técnicas de reforestación.

5.14. Recursos

Los recursos a utilizar son los siguientes:

5.14.1. Talento humano

Tabla No. 23. Participantes

Tabla No.41 Talento humano participantes	Cantidad
Técnicos de la UGAM	2
Alcaldes comunales	24
Tesista	1
Asesor	1

Fuente: elaboración propia octubre 2018

5.14.2. Físicos

Tabla No. 24. Recursos utilizados para la guía

Tabla No.42. Recursos Físicos Descripción	**Cantidad**
Computadora	1
Impresora	1
USB	1
Cámara	1
Resmas	2

Fuente: elaboración propia octubre 2018.

5.14.3. Financieros

Tabla No. 25. Gastos realizados durante la elaboración de la guía.

Recursos	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Q. Valor en quetzales/unidad**	**Q. Valor en quetzales**
Computadora propia	Unidad	1	5,000.00	5,000.00
Impresora alquilada	Unidad	1	4,000.00	4,000.00
Internet	Mensual	1	200.00	400.00
Hojas	Resmas	1	25.00	125.00
Asesor	Unidad	1	5,000	5,000.00
Investigador y colaborador.	Unidad	2	1,000	2,000.00
Copias	Unidad	128	0.25	32.00
Alimentación	Unidad	4	75.00	300.00
Transporte	Día	5	25.00	125.00
			Subtotal 15,325.25	**Total 16,982.00**

Fuente: elaboración propia octubre 2018

GUÍA DEL PRODUCTOR

para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales

Universidad de San Carlos de Guatemala - Centro Universitatio de Totonicapán

USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala

CUNTOTO Centro Universitario de Totonicapán

INGENIERIA FORESTAL

Guía del productor para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales / Unidad de Gestión Municipal (UGAM) y Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado (DEPS) CUNTOTO
Totonicapán, año 2019.

36 p.; 11 x 8,5 Puig.

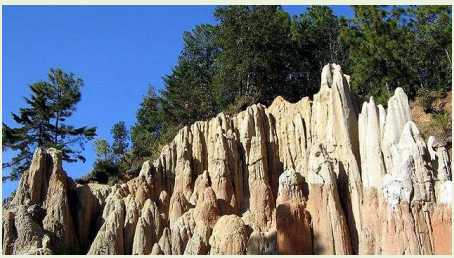
Carrera: Ingeniería Forestal
Centro Universitario de Totonicapán.

Recopilación, redacción y edición técnica:
Tesista Adolfo Eusebio Tzul Gutiérrez
Asesor: MSc. Ing. Armando Enrique Batz Batz

Guía del productor

para el establecimiento y manejo de

pequeñas plantaciones forestales



Totonicapán, Guatemala, año de 2019

Primera edición.

Índice de contenidos

1. Presentación 5

2. Cómo establecer el objetivo de la plantación 7

3. La selección del sitio 8

4. La selección de especies 10

5. Sistemas de producción en viveros 12
   5.1 Cómo garantizar la producción de madera de calidad 13
   5.2 Recomendaciones para el traslado de árboles al campo..14

6. Establecimiento de la plantación 15
   6.1 Eliminación de árboles remanentes del bosque o de regeneración natural 15
   6.2 Limpieza del terreno 16
   6.3 Espaciamiento entre árboles 16
   6.4 Marcación de la plantación 17
   6.5 Plateo 18
   6.6 Siembra 18
   6.7 Resiembra 20

7. El mantenimiento 21
   7.1 ¿Por qué es necesario realizar el mantenimiento? 21
   7.2 ¿Cuándo y con qué frecuencia se debe realizar? 22

8. Actividades de manejo 22
   8.1 Beneficios del buen manejo 22
   8.2 La poda 23
   8.3 El raleo 26

9. Otros cuidados que deben aplicarse a la plantación 30

10. Ejemplo de costos para una hectárea de una plantación de Pinus tecunumanii……..…31

11. Referencias bibliográficas 32

1. Presentación

Momostenango ha realizado diversos esfuerzos para reducir la deforestación, manejar y conservar los bosques, reforestar y establecer sistemas agroforestales, lo que lo ha posicionado como uno de los únicos municipios de Guatemala que han recuperado su cobertura forestal a nivel municipal.

De esa cuenta, las plantaciones forestales han jugado un papel importante en este logro nacional y su desarrollo ha generado grandes beneficios para todos los habitantes, desde empleo e ingresos -- producto de la comercialización de la madera-- hasta la prestación de servicios ambientales como purificación del aire, protección de las fuentes de agua y conservación de la biodiversidad y belleza natural escénica.

Con el objetivo de incentivar la implementación de más plantaciones forestales y de orientar al productor para que conozca cómo establecerlas y obtener los resultados esperados --en cuanto a productos y rendimientos-- la Unidad de Gestión Municipal (UGAM) y el tesista que conforma el Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado elaboraron el siguiente instructivo.

La Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales ofrece información pertinente con respecto a la fijación del objetivo de la plantación, escogencia del sitio, de las especies y sobre las actividades requeridas tanto para su establecimiento como para su mantenimiento y manejo.

Los productores interesados en desarrollar una plantación forestal contarán con información práctica y fácil de entender *que le guiará pa*ra evitar el desperdicio de recursos y tiempo, obtener productos de calidad y valor; al mismo tiempo que contribuye con el progreso del país. Esta guía pretende orientar a los productores, ofreciéndoles los conocimientos básicos sobre el establecimiento y manejo de las plantaciones forestales. Sin embargo, se debe

aclarar que no es una receta y que siempre es necesario contar con la asesoría de un profesional forestal o regente forestal inscrito en las instituciones estatales como el INAB y el CONAP, pues cada plantación tiene su propia dinámica es establecimiento.

2. Cómo establecer el objetivo de la plantación

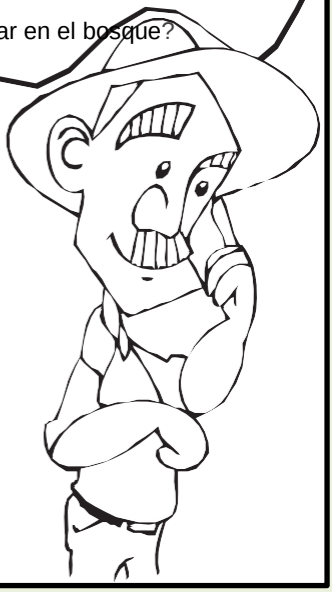
Determinar el objetivo para el cual se establecerá la plantación es uno de los pasos más importantes, pues está estrechamente relacionado con los productos que se esperan conseguir. Cuando el principal objetivo es producir madera para aserrío, se pueden obtener una variedad de productos, como madera en rollo, madera aserrada para la construcción, muebles, tarimas, embalajes y artesanías. Pero las plantaciones también generan servicios ambientales, entre los que destacan fijación de carbono, protección de las fuentes de agua y mantenimiento de la belleza natural.

Antes de establecer la plantación, es importante hacerse las siguientes preguntas:

¿Qué quiero producir?, ¿Qué necesito para realizar la plantación?, ¿Dónde se va a establecer?, ¿Cuál o cuáles especies puedo utilizar?, ¿Qué manejo y cuidados se deben implementar?, ¿Cuánto tiempo tengo que esperar para obtener lo productos determinados?, ¿Cuáles son los posibles mercados de los productos?, ¿Qué calidad de madera deseo producir?,

¿Cuáles son los costos de inversión y los recursos económicos con los que cuento?,

¿Qué daños o pérdidas se pueden enfrentar en el bosque?



Para fijar el objetivo de la plantación se debe tomar en cuenta: la calidad del sitio donde se plantará. La especie (s) a plantar La disponibilidad de tiempo y de recursos económicos. La existencia de un mercado para los posibles productos, tanto a nivel nacional como internacional.

Fuente: elaboración propia año 2019.

Fuente: elaboración propia año 2019.

La selección del sitio

Obtener la calidad y la cantidad de madera que se espera producir, requiere de la escogencia de un sitio apropiado para el desarrollo de las especies forestales. Prestar atención en la selección del sitio permitirá recuperar la inversión en menor tiempo.

Características de un sitio bueno

- Con uso anterior de agricultura o de sembradíos.
- Planos o casi planos (en las pendientes hay suelos superficiales, por lo que el agua de lluvia tiende a escurrirse antes de penetrar en el suelo).
- Con una profundidad no menor a 75 cm.
- Sin pedregosidad o poco pedregosos.
- Sin capas duras de suelo, formadas por piedras o cascajos.
- No erosionados.
- No compactados por el ganado lanar, ya que no permiten la penetración de las raíces ni la infiltración del agua.
- Poco ventosos.
- Sin problemas de drenaje o inundaciones.
- Fértiles y poco arcillosos.

Las características del sitio pueden condicionar el objetivo de la plantación, así como las especies utilizadas, los recursos necesarios y la intensidad de las actividades para su establecimiento, mantenimiento y manejo.

Fuente: elaboración propia año 2019.

que las reforestaciones se realicen con métodos al tres bolillo (forma de triángulo) con distanciamientos de 3 m por 3 m y al cuadrado 2.5 m por 2.5 m, para que no afecten el desarrollo de los árboles en sus distanciamientos de prendimiento.

4. La selección de las especies

Al seleccionar la especie, se debe tener presente que ésta requiere de ciertos factores climáticos, fisiográficos y de suelo que se deben conocer de antemano, para elegir aquella (s) que se adapte mejor al sitio disponible.

4.1 Factores por considerar

Climáticos	Fisiográficos
• Precipitación media anual (cantidad de lluvia por año) • Temperatura media anual • Viento • Número de meses secos • Nivel de evaporación • Humedad promedio	▪ Altitud (metros sobre el nivel del mar) ▪ Pendiente ▪ Drenaje del suelo ▪ Pedregosidad ▪ Posición topográfica (cima, pendiente media o parte baja) ▪ Forma del terreno (cóncavo, convexo, llano) ▪ Uso anterior del terreno ▪ Uso actual del terreno
Edáficos (suelo)	
• Textura del suelo (pesada, media o liviana) • Fertilidad del suelo • Profundidad efectiva del suelo (mayor a 75 cm) • Nivel de erosión	

Fuente: CATIE, año 2003.

4.2 Pinus oocarpa Schiede (pino colorado)

Se desarrolla bien en climas templados, fríos, pero también climas semiáridos pueden crecer en suelos profundos. Con materia orgánica, pero también en suelos pedregosos. Su pluviometría se denota que en su distribución natural las precipitaciones varían de 650 hasta 3000 mm por año; sin embargo los mejores rendimientos se obtienen con precipitaciones entre 1,200 a 1,500 mm por año.

4.3 ***Pinus maximinoi*** Moore *(*pino ocote*)*

Su crecimiento es óptimo entre 800-1500 msnm. Los suelos requeridos por esta especie son de textura franco a arcillosos, con buena profundidad y un drenaje óptimo. Para los pH se recomiendan ácidos que pueden variar de 4.2-6.5. La temperatura promedio es de 19 grados C. y oscila entre 18-22 con una precipitación de 1,000–2,000 mm. Esta especie de pino no tolera las heladas, por lo que pueden ser un limitante para su plantación en algunas zonas.

5. Sistemas de producción en viveros

En la actualidad, los sistemas más utilizados para producir árboles en vivero son las bolsas plásticas y bandejas.

5.1 Bolsa plástica negra

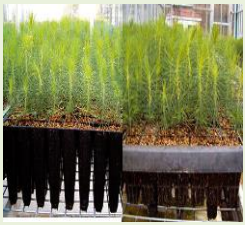
Ventajas: alta resistencia y duración, funciona para muchas especies.

Desventajas: elevado costo de transporte en grandes cantidades, posible deformación de la raíz si los árboles tardan mucho tiempo en salir del vivero, además requiere grandes cantidades de sustrato (tierra, arena, granza, otros).

Las plántulas están listas para salir al campo cuando tienen una altura del fuste de unos 20 cm

Fuente: elaboración propia año 2019.

5.2 Contenedores



Ventajas: menor tiempo en producción de 4 -5 meses bajo costo de producción y trasporte, aprovechamiento del área, mecanización de labores; produce una planta de alta calidad

Desventajas los viveros forestales ha encontrado Dos desventajas en este tipo de contenedores 1) las raíces pueden crecer desde un contenedor a otros y 2) las plantillas en estos contenedores se secan mucho más rápido que en los contenedores con paredes sin rajadura.

Las plántulas están listas para salir al campo cuando tienen una altura del fuste de 10 cm.

Fuente: manual forestal, 2015

5.3 Otros sistemas de producción

Bandejas de estereofonía

Potes de papel

Fuente: manual forestal, año 2015

5.4 Cómo garantizar la producción de madera de calidad

Lo ideal es utilizar árboles producidos con semilla genéticamente mejorada, certificada o clones que dan como resultado árboles y madera de mejor calidad (más rectos, con menor grosor de ramas, con menos bifurcaciones –horquetas- y más resistentes a plagas y enfermedades). Este tipo de semillas aumenta la cantidad de madera producida y disminuye los costos de manejo y mantenimiento, al crecer los árboles más rápido.

Asimismo, se deben seleccionar árboles con una altura similar, fuertes (con tallos endurecidos), rectos y sanos (con hojas abundantes y de buen color, sin presencia de manchas, hojas secas o daños).

Árboles descartables (bifurcados, torcidos, enfermos, otros)

Fuente: manual forestal, año 2015

Recuerde:

- Es preferible que el vivero se ubique cerca del sitio donde se plantará, para disminuir los costos de transporte.
- Los árboles que se almacenan por mucho tiempo en el vivero suelen tener problemas de enrollamiento de raíces.
- Especies como teca y melina cuentan con semilla o material genéticamente mejorado.
- Se debe planificar la producción o compra de árboles, de manera que estén listos para plantar al inicio de la época lluviosa.
- El tiempo de producción varía de acuerdo al sistema utilizado y a la especie.

Tiempo de producción en vivero, por semanas

Especie	Germinación	*Tiempo en el vivero*
Pino triste	20 días	12 meses
Pino de ocote	20-30	12 meses
Pinabete	25 días	24 meses
Ciprés común	18 días	12 meses

Fuente: manual forestal, año 2015

5.2 Recomendaciones para el traslado de árboles al campo

- Los árboles deben ser tomados de la bolsa, nunca por el tallo.
- Procurar que los árboles no se muevan bruscamente, para evitar daños y pérdida de sustrato. Se aconseja situarlos en cajas, sin taparlas.

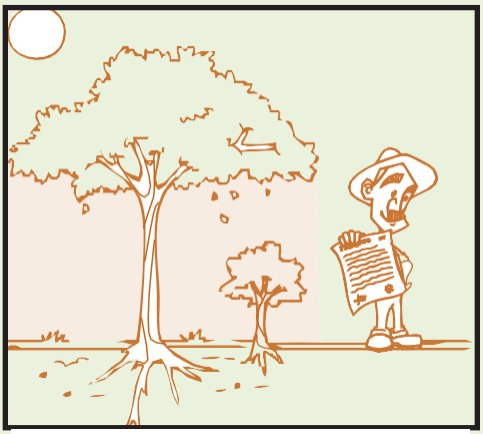
- No se debe colocar más de un nivel de árboles en bolsa, se deben acomodar rectos y evitar daños, como quebraduras del fuste y pérdida de hojas.
- Si los árboles se transportan en un vehículo abierto, colocar protección para evitar deterioros por el viento y la pérdida de humedad a causa de la exposición al sol.
- Dependiendo del recorrido y del tipo de transporte utilizado, se debe hacer una o dos paradas, para regar los árboles.
- Si la siembra se retrasa, los árboles deben colocarse a la sombra, en un lugar plano y se deben poner rectos, para evitar torceduras de fuste o pérdidade sustrato. No descuidar el riego.

6. Establecimiento de laplantación

La preparación correcta del terreno --antes y durante la plantación-- junto con un mantenimiento adecuado después de la siembra, harán posible que los árboles superen el estrés de pasar del vivero al campo, desarrollen bien sus raíces y crezcan de manera vigorosa.

6.1 Eliminación de arbustos o malezas

Si existen malezas y arbustos que hacen sombra se eliminan y si el suelo es pedregoso es mejor dejarlos ya que estos servirán de sombra para las plantadas y cuando se haga la limpieza del año siguiente se corten.



Fuente: manual forestal, año 2015

Recuerde:

No se pueden cortar árboles a orillas de ríos ni quebradas, en una franja de 15 metros a cada lado, si el terreno es plano, y 50 metros, si es quebrado. Tampoco se pueden cortar árboles que estén situados 100 metros a la redonda de nacientes permanentes.

6.2 Limpieza del terreno

La eliminación de la maleza se realiza para facilitar el establecimiento de la plantación, asegurar el crecimiento de los árboles y disminuir la competencia. Puede hacer de forma manual, mecanizada o combinada, dependiendo de los recursos disponibles y de las condiciones del terreno (topografía, suelo, vegetación existente, entre otros).

Limpieza manual: es la más utilizada, consiste en chapear las malezas y eliminar residuos -- troncos ramas, objetos o desechos-- que obstaculicen la siembra o puedan afectar el crecimiento de los árboles.

Limpieza mecanizada: se realiza mediante el arado y rastreado, especialmente en suelos muy compactados. Tiene un alto costo y, en ocasiones, es poco utilizada.

Si hay mucha maleza, se puede recurrir al fuego controlado, ésta práctica es económica y libera nutrientes del suelo. Para ello, se debe solicitar una autorización de quema en las Oficinas Subregionales del INAB-CONAP y aplicar todas las medidas de control necesarias para evitar daños a cultivos, casas, corrales o fincas vecinas.

6.3 Espaciamiento entre árboles

Es la distancia entre árboles e influye directamente en su crecimiento. Se debe considerar que, a mayor número de árboles por hectárea, mayor será el costo del manejo de la plantación.

Independientemente de la especie, para la producción de madera para aserrío se utilizan espaciamientos de 3x3 metros (1.111 árboles por hectárea) o de 3.5x3.5 metros (816 árboles por hectárea).

Esto permite disponer de una mayor cantidad de árboles, para aumentar las posibilidades de seleccionar aquellos de buena forma, sanos y gruesos (aproximadamente 250 árboles por hectárea) que llegarán a la cosecha final y producirán madera de calidad.

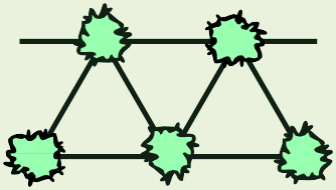
Sin embargo, si se cuenta con buenos sitios y árboles genéticamente mejorados, se puede utilizar un espaciamiento de 4x3.5 metros (714 árboles por hectárea) o bien, de 4x4 metros (625 árboles por hectárea).

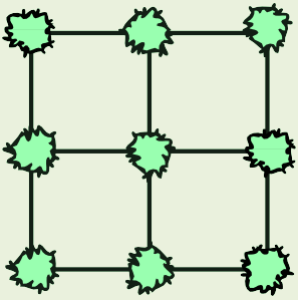
> Recuerde:
> A mayor cantidad de árboles, el espacio para su crecimiento es menor y el volumen de madera se distribuye en más árboles, pero más delgados y de bajo valor comercial.

6.4 Marcación de la plantación

Para marcar el lugar donde se sembrará cada árbol, se puede utilizar una varilla o un mecate señalizado con el distanciamiento escogido, siempre manteniendo la distancia entre las líneas a lo largo de la pendiente. Por ejemplo, para un distanciamiento de 3x3 se debe marcar el mecate cada tres metros.

En terrenos con pendientes es común marcar el distanciamiento en “pata de gallo” (Zigzag) y en terrenos planos y ondulados es mejor hacerlo en forma de cuadrado.





Fuente: manual forestal, año 2015

6.5 Plateo

Se requiere solo en caso de limpieza manual. Tiene como finalidad evitar la competencia con malezas, pastos y arbustos, durante las primeras semanas, y asegurar un crecimiento más rápido de los árboles.

Rodaje manual: consiste en eliminar --con una pala-- la maleza y pastos a nivel del suelo, en al menos 50 centímetros alrededor del lugar donde será plantado el árbol, la rodaja deberá ser más amplia, para evitar una competencia temprana.

Rodaje químico: se realiza con herbicidas, algunos productos utilizados son *Round up* (para pastos) y *Gramoxone*, entre otro la cual no es muy recomendad por la contaminación que realiza.

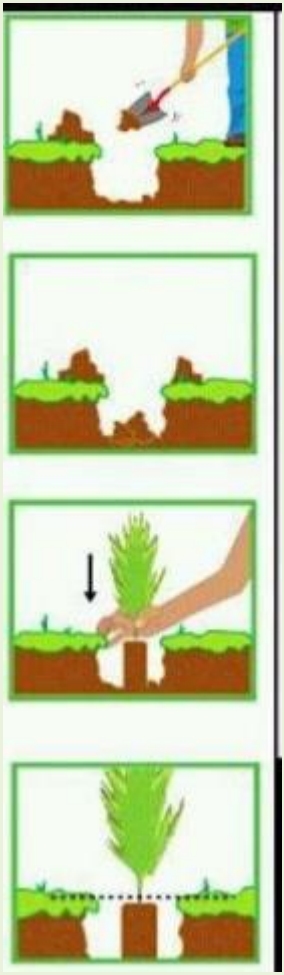
Esta actividad debe efectuarse periódicamente, hasta que la altura del árbol sea suficiente para librar la competencia, especialmente por luz.

Fuente: manual forestal, año 2015

6.6 Siembra

Una siembra adecuada es clave para el éxito de la plantación, por lo tanto, es importante capacitar a las personas que llevarán a cabo esta labor. Se debe plantar al inicio de la época lluviosa (preferiblemente entre mayo y julio) para que los árboles puedan desarrollar bien sus raíces al llegar a la época seca.

Pasos para plantar un árbol



Con una Palín o piocha, azadón haga un hueco que sea al menos dos veces más ancho que el tamaño de la bolsa o del sistema de producción del árbol, para que las raíces tengan espacio para extenderse.

Coloque abono químico u orgánico en el fondo del hueco, para facilitar el desarrollo de las raíces, y cúbralo con tierra, para que las mismas no se quemen. Consulte con su regente forestal sobre la dosis y el abono que debe emplear.

Retire con cuidado la bolsa u otro sistema

de producción utilizado. Si hay raíces arrolladas en el fondo de la bolsa, deben cortarse. bandejas retirar con *cuidado las plantas y se* deben plantar.

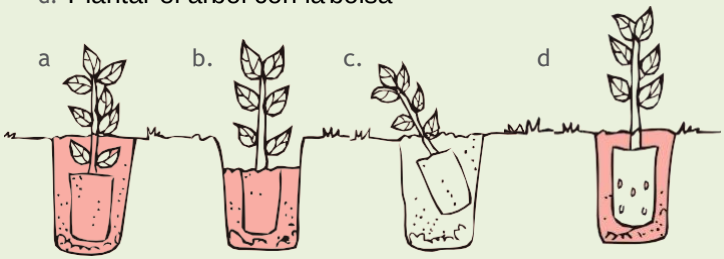
Coloque el árbol en el centro del hueco, procurando que el tallo quede al menos dos centímetros más abajo del nivel del suelo y bien recto. No deje raíces por fuera ni tallos enterrados.

Coloque tierra en el hueco y presione con firmeza, alrededor de la planta, para darle estabilidad y para eliminar bolsas de aire. Finalmente agregue con la mano suficiente tierra, sin terrones o piedras, que obstaculicen el crecimiento de las raíces.

Fuente: manual forestal, año 2015

No cometa los siguientes errores

a. Enterrar el tallo
b. Poner poca tierra en el hueco, provoca que el agua se encharque
c. Sembrar el árbol torcido.
d. Plantar el árbol con la bolsa



Fuente: manual forestal, año 2015

6.7 Resiembra

Se debe hacer el recuento de árboles muertos y realizar la resiembra, máximo un mes después del establecimiento de la plantación. Si la plantación recibe incentivo forestal de INAB, se aconseja efectuarla cuando la mortalidad está concentrada o es superior a un 10%,

Fuente: manual forestal, año 2015

Recuerde:

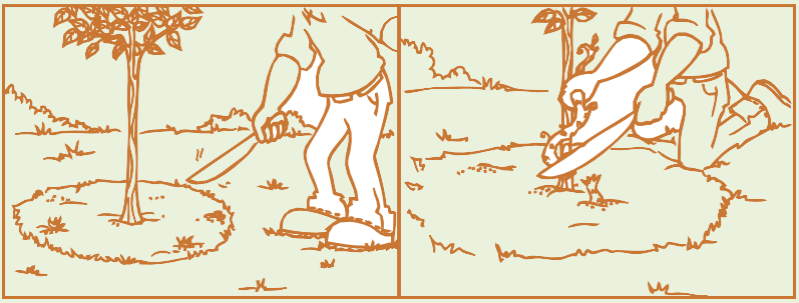
- Los terrenos con exceso de humedad pueden requerir la construcción de drenajes.
- Solicitar a su regente forestal tramitar los permisos correspondientes para eliminar árboles del área a plantar.
- Solicitar el permiso correspondiente para utilizar fuego, para la limpieza, y tomar las medidas pertinentes para controlarlo.
- Hacer control de hormigas antes de plantar, si es necesario.

7. El mantenimiento

Invertir en mantenimiento permitirá alcanzar los objetivos propuestos y obtener una plantación de buena calidad.

7.1 ¿Porqué es necesario realizar el mantenimiento?

Para evitar la competencia de los árboles por agua, luz y nutrientes, así como daños o su muerte.



Mantener limpia la parcela Eliminar bejucos

Fuente: manual forestal, año 2015

El mantenimiento implica:

a. Eliminar la maleza.
b. Mantener limpias las rodajas.
c. Eliminar las lianas o bejucos (evitar que suban por los árboles e impidan su crecimiento, causen malformaciones o cicatrices en las ramas o provoquen su muerte).
d. Prevenir daños o pérdidas por incendios forestales, plagas o enfermedades y animales o personas.
e. Fertilizar el suelo, si se requiere.

7.2 ¿Cuándo y conqué frecuencia se debe realizar

La cantidad y frecuencia de las actividades de mantenimiento dependerá de la calidad del sitio, las condiciones climáticas, la especie (s) utilizada, la cantidad y calidad de los árboles y el crecimiento de las malezas. Sin embargo, durante los primeros años se deberán realizar varias limpiezas, acompañadas de rodajeas.

Cuando los árboles han crecido lo suficiente, disminuye el desarrollo de la maleza y no representa competencia, en estos casos el mantenimiento consiste en realizar actividades de control de lianas o bejucos, si es necesario.

Recuerde

- Tomar las medidas pertinentes para evitar cortes o heridas en el fuste de los árboles, que puedan ocasionar daños en la madera, ingreso de plagas o enfermedades y la muerte de los árboles.
- Si se utilizan productos químicos, evitar que entren en contacto con los árboles, así como la contaminación de fuentes de agua, muerte de especies de vida silvestre y daños a las personas que los manipulan.

8. Actividades de manejo

El manejo forestal corresponde al conjunto de técnicas y prácticas silviculturales que se aplican a la plantación, con el propósito de alcanzar un mayor crecimiento, una mejor calidad de la madera y mayores ingresos para el productor. Entre las prácticas aplicadas se encuentran la poda, el raleo y otras dirigidas a proteger la plantación de posibles daños o pérdidas.

8.1 Beneficios del buen manejo

- Árboles de mayor vigor, calidad y grosor.
- Productos finales de buena calidad.
- Plantaciones más sanas, libres de plagas y enfermedades.

- Menor riesgo de ocurrencia y daños causados por incendios forestales.
- Facilita el acceso de personas o maquinaria a la plantación.
- Favorece el ingreso de luz a la plantación y mejores copas, que
- permiten el aprovechamiento de los rayos solares, agua y nutrientes.

8.2 La poda

Consiste en cortar ramas de los árboles, con el fin de producir madera libre de nudos y de mayor calidad. Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes y disminuyen la calidad y el valor de la madera.

Rama muerta

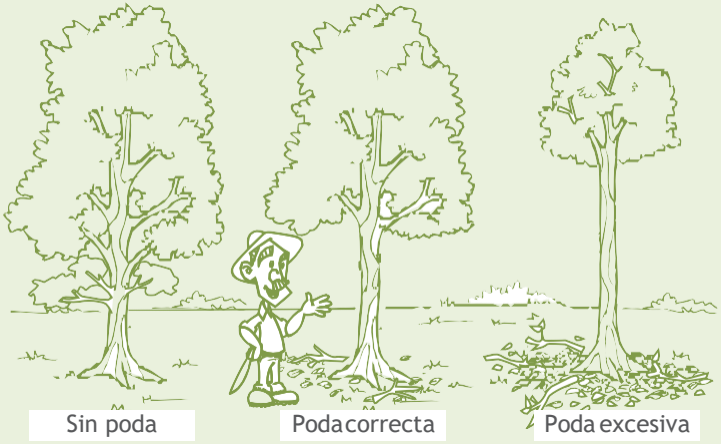
Nudo muerto en árbol maduro

Fuente: manual forestal, año 2015

La poda evita que se formen nudos muertos en el tronco, que después producen huecos en la madera. Algunas especies requieren una poda constante, pues naturalmente tienen una baja capacidad de auto poda, como por ejemplo la melina y la teca.

¿Cuándo se debe podar?

- En la época seca, para facilitar el secado del corte, disminuir el peligro de desgarrar la corteza del árbol --por el peso de las ramas-- así como la humedad en la corteza. Esto también evita el ataque de plagas y enfermedades.
- Antes de que los árboles formen ramas muy gruesas, ya que los cortes tardarán más tiempo en cicatrizar.
- La primera poda debe realizarse cuando los árboles hayan alcanzado una altura de tres metros y se debe podar hasta una tercera parte de la copa.



Fuente: manual forestal, año 2015

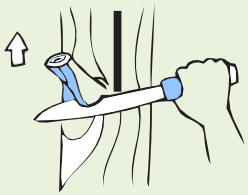
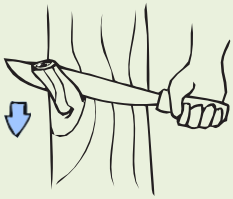
> Las hojas son el motor de crecimiento del árbol, una poda excesiva afectará su desarrollo.

¿Cómo podar?

El corte de las ramas debe hacerse al ras del tronco, sin desgarrar la corteza y evitando provocar daños en la madera que puedan afectar su calidad o que faciliten la entrada de enfermedades, a través de las heridas del corte.

Primera poda:

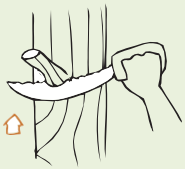
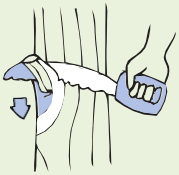
1. La poda con machete en ramas menores de cinco centímetros de grosor, debe hacerse en dos cortes:

Corte 1	Corte 2	Corte correcto
		

El primer corte se hace de abajo hacia arriba, para evitar que se desgarre la corteza.	El segundo corte se hace de arriba hacia abajo.	El resultado es un corte a ras del tronco, sin daños en la corteza.

Nota: Si se utiliza serrucho o sierra, se puede hacer un solo corte de arriba hacia abajo, al ras del tronco, cuidando que no se desgarre la corteza.

2. La poda con machete en ramas mayores de cinco centímetros de grosor, debe efectuarse en tres cortes:

Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte correcto
			
El primer corte elimina el peso de las ramas. Se efectúa al menos a 20 cm del tronco, de arriba hacia abajo.	El segundo corte se realiza de abajo hacia arriba.	El tercer corte se hace de arriba hacia abajo.	El resultado es un corte a ras del tronco, sin daños en la corteza.

Fuente: manual forestal, año 2015

Segunda poda

Se debe realizar posterior al primer raleo, hasta una altura de 3,5 metros de la base del árbol, es decir, a la altura de una troza. Para ello, se puede utilizar un serrucho de mango largo, un machete y escalera o podadoras de extensión. Es recomendable realizar la segunda poda antes de que las ramas inferiores comiencen a morir, para evitar la formación de nudos sueltos o negros.

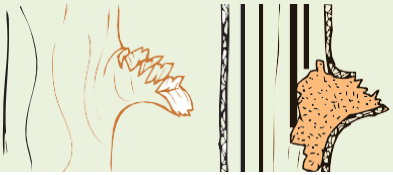
Fuente: manual forestal, año 2015

No es necesario podar árboles enfermos, de mala forma o de poco crecimiento, que luego se eliminarán en los raleos.

Cuidados:

- Evite lesiones en los árboles, así como cortes mal hechos que puedan perjudicar la calidad de la madera y facilitar el ingreso de plagas y enfermedades.
- Efectúe un buen manejo del material residual, para impedir acumulaciones que provocan incendios o la generación de plagas y enfermedades.
- En caso de presencia de enfermedades, manipule cuidadosamente las herramientas utilizadas, para evitar el contagio de árboles sanos.
- Evite podas muy altas, entre mayor altura más se dificulta su ejecución, lo que puede afectar el crecimiento de los árboles.

Poda mal hecha. El muñón y el corte no deben ser irregulares

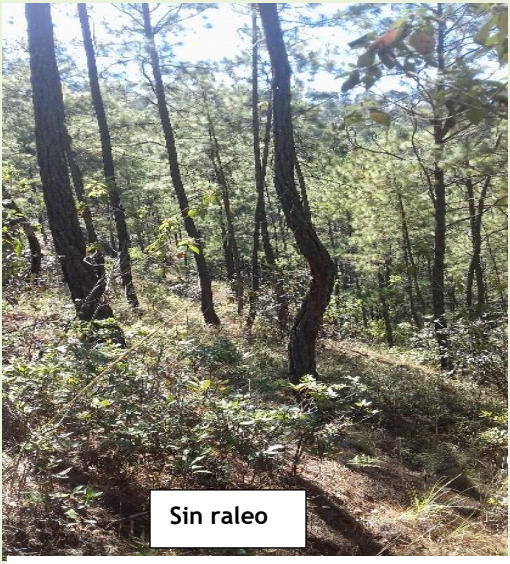


Un muñón largo y con corte irregular sirven como entrada de hongos, los cuales pueden dañar la madera

Fuente: manual forestal, año 2015

8.3 El Raleo

Es una práctica que se aplica para favorecer el desarrollo de los mejores árboles de la plantación. La cantidad de raleos por realizar depende de la calidad genética de los árboles, de los productos que se deseen obtener y de la calidad y crecimiento de la plantación.



Fuente: elaboración propia bosque de Momostenango, año 2018.

Fuente: elaboración propia bosque de Momostenango, año 2018.

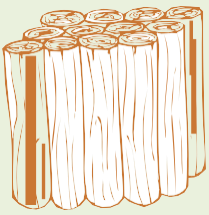
Por qué es necesario el raleo?

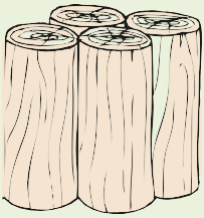
Las plantaciones se establecen inicialmente con densidades que van desde 1.111 hasta 625 árboles por hectárea. Pero conforme crece la plantación, se produce competencia --tanto entre las copas como entre las raíces-- lo que conlleva a una disminución del crecimiento de los árboles.

A través de la reducción del número de árboles, aumenta el espacio para el crecimiento de los restantes y se reduce su competencia, poniendo a su disposición mayores recursos como luz, agua y nutrientes. Es importante tener presente que la indicación sobre el momento de realizar los raleos, así como su intensidad, periodicidad y método empleado, debe ser recomendada y asistida por el regente forestal.

Beneficios del raleo:

- Produce madera de calidad, concentrando su volumen en menos árboles, más gruesos y de buena forma.
- Evita la competencia entre árboles y permite que sigan creciendo los mejores.
- Genera mayores ingresos económicos.
- Reduce la erosión del suelo.
- Desarrolla plantaciones más sanas, con mayor aireación e ingreso de luz, evitando la generación de plagas y enfermedades.
- Produce plantaciones resistentes al viento.





Fuente: manual forestal, año 2015

El precio de las trozas gruesas es mucho mayor en el mercado, pues rinden más en el aserrío y permiten elaborar productos de mayor valor (muebles, madera para construcción, entre otros).

Primer raleo:

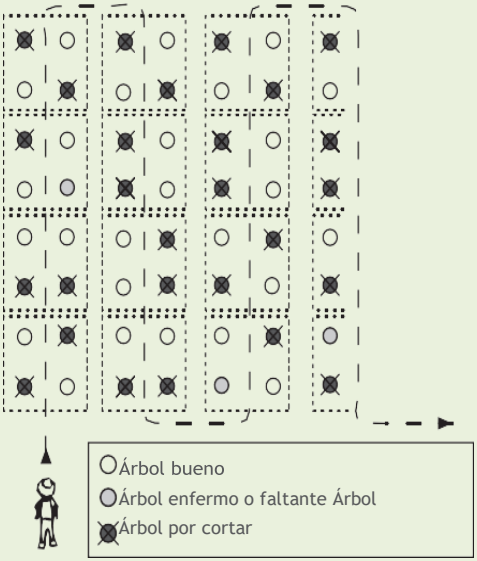
En el primer raleo se deben eliminar tanto árboles que generan competencia, como aquellos que se encuentran enfermos (con plagas), bifurcados con dos o más ejes (presentan horquetas), suprimidos (tienen poco crecimiento en grosor y altura), tiene mala forma (torcidos) o están muertos.

Se recomienda cortar uno de cada dos árboles, es decir, el 50% de los árboles plantados inicialmente. El primer raleo debe efectuarse cuando los árboles tengan una altura aproximada de cinco a siete metros
--siempre que el espaciamiento inicial sea de 3x3 metros-- o cuando las copas comiencen a entrelazarse.

Al utilizar árboles genéticamente mejorados, se reduce el número de ellos que deben eliminarse, por saneamiento, y aumenta la cantidad de madera que se puede comercializar de los raleos, por ejemplo, para la elaboración de tarimas.

Ejemplo de método para marcar el primer raleo:

Posicionado entre dos hileras de la plantación, realice de forma imaginaria una caja de cuatro árboles y corte de esa caja dos de ellos, bien sea aquellos que producen competencia o que tienen problemas de forma o de sanidad (si existe un árbol muerto en la caja de cuatro, éste se debe contar como uno de los eliminados).



Raleos posteriores

Se recomienda que lleguen a la cosecha final aproximadamente 250 árboles maduros por hectárea. Por tanto, dependiendo de la calidad del sitio, de la especie, del mantenimiento y manejo dado a la plantación,

será necesario realizar dos o tres raleos antes de la cosecha final.

9. Otros cuidados que deben aplicarse a la plantación

Para evitar pérdidas y daños en la plantación forestal, es necesario:

- Instalar y dar mantenimiento a cercas, alrededor de la plantación, para limitar el ingreso de ganado y animales silvestres que puedan causar daños en el follaje y la corteza. Asimismo, se evita el tránsito excesivo de personas y vehículos.
- Establecer y dar mantenimiento a rondas contra fuegos --en aquellas zonas con una época seca muy marcada-- para impedir que el fuego cause daños o la pérdida parcial o total de la plantación.
- Registrar cualquier daño o problemas de crecimiento de la plantación, por plagas o enfermedades, e informar al regente forestal para el diagnóstico y la aplicación de las medidas pertinentes.
- Manejar apropiadamente los residuos, para prevenir la propagación de plagas o enfermedades.
- Mantener vigilancia en la plantación, para impedir el robo de madera o daños por vandalismo.

10. Ejemplo de costos para una hectárea de una plantación de pino

Costos para el manejo de bosques naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales:

Para el análisis de los costos de esta modalidad se tomó el registro que utiliza el Instituto Nacional de Bosques (INAB), para que la población – conozca los beneficios económicos que tiene el programa de pequeños poseedores de incentivos forestales.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

10. Ejemplo de costos para una hectárea de una plantación de Pinus tecunumanii

Tipo de gastos	ACTIVIDAD	Año/costo (Q)					TOTALES (Q)
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Protección Forestal	Rondas corta fuego	241.28	241.28	241.28	241.28	241.28	1,206.38
	Control de plagas y enfermedades	108.33	96.41	96.85	83.72	90.00	475.30
	Vigilancia en el área	239.45	231.99	231.99	231.99	215.13	1,150.53
Protección Forestal	Protección de fuentes de agua	314.12	314.12	314.12	314.12	314.12	1,570.59
	Protección de biodiversidad	149.93	149.93	149.93	149.93	149.93	749.64
	Actividades de ecoturismo	0.00	74.20	74.20	74.20	74.20	296.80
Mejoramiento del bosque	Enriquecimiento	228.00	228.00	0.00	0.00	0.00	456.00
	Completación	0.00	145.75	145.75	0.00	0.00	291.50
Asistencia técnica	Elaboración de plan de manejo	654.31	0.00	0.00	0.00	0.00	654.31
	Regencia forestal durante plan de manejo de protección	0.00	338.73	338.73	338.73	338.73	1,354.94
Gastos administrativos	Registro de la propiedad, auténticas, trámites en INAB	1,008.22	237.44	201.69	200.44	170.44	1,818.24
TOTALES		**2,943.62**	**2,057.85**	**1,794.53**	**1,634.41**	**1,593.82**	**10,024.22**
PORCENTAJE DE GASTO POR AÑO		**29.37**	**20.53**	**17.90**	**16.30**	**15.90**	**100.00**

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, adaptado y actualizado al segundo semestre año 2019.

11. Referencias bibliográficas

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1993). **Manejo de plantaciones forestales. Guía técnica para el extensionista forestal. Manual técnico Nº 7. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales (MIREN)**. Turrialba, Costa Rica. Glen Galloway; editor técnico.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Oxford Forestry Institute (2003). **Árboles de Centroamérica. (Capitulo 7). Plantaciones forestales de pequeña escala. Turrialba, Costa Rica.** Editado por Jesús Cordero y David H. Boshier.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1996). **Clasificación y selección de sitios para reforestar en la Región Chorotega Guanacaste, Costa Rica. Guía técnica para extensionistas. Serie Técnica Nº 283.** Programa Manejo de Recursos Naturales (PMRN/CATIE) y el Programa Desarrollo Campesino Forestal (SINAC-MINAE). Turrialba, Costa Rica.
- Méndez, J. (2009). **Tiempo de producción de árboles en vivero según sistema de producción.** CODEFORSA. Entrevista personal.
- MIRENEM y Consultoría Agronómica (1990). **Establecimiento de Plantaciones Forestales.** MIRENEM y Consultoría Agronómica. Guanacaste, Costa Rica.
- Murillo, O et al (2003). **Calidad en el establecimiento de plantaciones forestales** (Primera edición) Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Murillo, O et al (2003). **Reforestación Clonal** (Segunda edición). Cartago Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Oficina Nacional Forestal (2009). **Costos para una hectárea de una plantación de melina actualizados al primer semestre 2009.**
- Rojas, F. (2001). **Viveros Forestales** (Segunda Edición). San José Costa Rica. EUNED.
- Universidad del valle de Guatemala. Fundamentos teóricos para el manejo de bosques 1ª edición Guatemala editado UVG 2006. 60 pg.
- Salas, R. (2009). **Tiempo de producción de árboles en vivero según sistema de producción.** ASIREA. Entrevista per Sistema Nacional de Áreas de Conservación y Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (2008). **Poda. Nº 2. Colección Silvicultura Plantaciones Forestales.** Imprenta Nacional. San José, Costa Rica.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación y Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (2008). El Raleo Forestal. Nº 3. Colección Silvicultura Plantaciones Forestales. Imprenta Nacional. San José, C.R.

Tel: 77664773. Fax
4ª. Avenida norte C c-49 zona 1
Palín, Totonicapán
WWW. Cuntoto-USAC.edu.gt

Tel: 77664773.
Ingeniería forestal
WWW. cuntoto-USAC.edu.gt

Tel: 77369595
Momostenango, Totonicapán,
Guatemala
WWW. munimomostenango

Glosario

Antropogénicas: son los efectos, resultados o procesos que son consecuencia de acciones humanas.

Aclareo: es una técnica silvicultural se utiliza para mejor la población de árboles.

Bosque: Comunidad biológica de plantas y animales que está dominada por árboles y otras plantas leñosas.

Copa del árbol: conjunto de ramas y hojas que forman la parte superior de un árbol.

Codominantes de un árbol: el tamaño relativo de su copa es menor.

Conífera: Árbol que pertenece al orden de las Coniferales, habitualmente perenne, con conos y hojas en forma de aguja, punzón o en escamas, como el pino, la picea, el abeto y el alerce, denominados a menudo “árboles resinosos”.

Dominante: En la clasificación sociológica, árbol que pertenece al estrato dominante de la masa y recibe luz en su parte superior y lateral.

Especie: Unidad sistemática usada en biología, que se refiere a un grupo de individuos que poseen características comunes y pueden reproducirse entre sí. La especie está compuesta de poblaciones.

Erosión: Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

Follaje: Conjunto de hojas y ramas de árboles y plantas

Fuste: tronco de un árbol.

Flora: Conjunto de las especies vegetales no cultivadas que viven en un lugar determinado. Incluye árboles, arbustos, hierbas, pastos y otras especies vegetales.

Incremento: es el aumento de la masa forestal en el tiempo ya

sea individualmente, en números de árboles o el aumento de ciertas características como el DAP. 152

Manejo forestal: es la rama de la ingeniería forestal que se ocupa de las actividades administrativas, económicas, legales, sociales, etc. de los bosques.

Recursos naturales: Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico

Silvicultura: Conjunto de actividades relacionadas con el cultivo, el cuidado y la explotación de los bosques y los montes.

Tala: es un proceso provocado generalmente por la acción humana,

en el que se destruye la superficie forestal.

Vivero: terreno o recinto en el que se cultivan árboles, pequeños,

Plantas y otras especies vegetales para que crezcan.

Figura No. 25 cronograma de propuesta Año 2019

Mese	Abril				Mayo				junio				julio				Agosto				Septiembre			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividades																								
Elaboración de propuesta.																								
Presentación de propuesta al asesor.																								
Aprobación de la propuesta																								
Corrección de propuesta.																								
Socialización de la propuesta a las entidades.																								
Presentación al DEPS																								
Correcciones de propuesta.																								

Fuente: elaboración propia 20 de agosto del año 2019.