

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Forestal



Caracterización del manejo forestal en la finca La Esperanza

Trabajo de graduación presentado por David Estuardo Pineda García para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Forestal

Guatemala,

2007

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Forestal



Caracterización del manejo forestal en la finca La Esperanza

Trabajo de graduación presentado por David Estuardo Pineda García para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Forestal

Guatemala,

2007

Director de Departamento:



Ing. Cesar Castañeda

Revisado y aprobado por la terna examinadora:



Ing. Roberto Estrada



Ing. Gilberto Cifuentes



Ing. Cesar Castañeda

Fecha de aprobación del examen de graduación: Guatemala, 24 de enero de 2005.

Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. HIPÓTESIS	4
V. ANTECEDENTES	5
5.1 Manejo forestal	5
5.2 Silvicultura.....	6
5.3 Condiciones básicas para la silvicultura.....	7
5.3.1 Situación forestal general	7
5.3.2 Situación silvicultural en especial	8
5.4 Sistemas silviculturales.....	12
5.4.1 Sistemas en bosques coetáneos.	12
5.4.2 Sistemas en bosques disetáneos.	13
5.4.3 La domesticación como tarea silvicultural.....	13
5.4.4 Consideraciones generales sobre la selección del sistema silvicultural.....	15
5.4.5 La Reforestación	16
5.4.6 Manejo silvicultural en plantaciones forestales.....	21
5.5 Antecedentes de la finca “La Esperanza”.....	23
5.5.1 Fisiografía y relieve.	23
5.5.2 Suelo.	24
5.5.3 Clima y zona de vida.....	24
5.5.4 Hidrología.....	25
5.5.5 Vegetación.	25
5.5.6 Vegetación indicadora:	26
5.5.7 Fauna.....	26
VI. METODOLOGÍA	28
6.1 MÉTODOS	28
6.1.1 Inventario:.....	28
6.1.2 Muestreo:	28
6.1.3 Gabinete:	29
6.1.4 Análisis:	29
VII. RESULTADOS	30
7.1 Levantamiento y estratificación	30
7.2 Resultados del muestreo	34
7.2.1 Estimación de la corta permisible para las áreas de manejo forestal.....	35
7.2.2 Dinámica poblacional de los estratos.	36
VIII. PROPUESTA DE MANEJO.....	53

8.1 Análisis de los resultados del inventario forestal	53
8.1.1 Validez de los resultados.....	53
8.2 Manejo de los estratos	53
8.2.1 Estratos I, II y X: Conservación de bosque natural.	53
8.2.2 Estratos III, V, VII y VIII: Manejo forestal sostenible.	54
IX. CONCLUSIONES.....	57
X. RECOMENDACIONES.....	58
XI. Bibliografía	59
XII. ANEXOS.....	61
12.1 MAPAS.....	61
12.1.1 Mapa de pendientes	61
12.1.2 Mapa de estratos.....	62

Índice de cuadros

Cuadro 1. Coordenadas de aserradero, Finca La Esperanza	23
Cuadro 2. Datos del suelo según la serie Simmons (1959)	24
Cuadro 3. Variables climáticas para la zona de estudio	25
Cuadro 4. Fauna encontrada en la finca La Esperanza	26
Cuadro 5. Uso actual del suelo en el área de estudio	27
Cuadro 6. Estratificación de áreas de interés	34
Cuadro 7. Datos estadísticos generales para la totalidad del área inventariada	34
Cuadro 8. Datos forestales agrupados por estratos	35
Cuadro 9. Resumen del inventario para el Estrato I (Bosque Latifoliado Denso)	37
Cuadro 10. Resumen del inventario para el Estrato II (Bosque Conífero Ralo)	40
Cuadro 11. Resumen del inventario para el Estrato III (Bosque Conífero Denso)	42
Cuadro 12. Resumen del inventario para el Estrato V (Bosque Conífero Ralo)	43
Cuadro 13. Resumen del inventario para el Estrato VII (Bosque Conífero Denso)	45
Cuadro 14. Resumen del inventario para el Estrato VIII (Bosque Conífero Ralo)	47
Cuadro 15. Resumen del inventario para el Estrato I (Bosque Latifoliado Denso)	49

Índice de figuras

Figura 1. Sección de las hojas cartográficas mencionadas que incluye el área de la finca	30
Figura 2. Fotografía aérea número 95 (AEROFOTO 1995)	31
Figura 3. Fotografía aérea número 96 (AEROFOTO 1995)	32
Figura 4. Mapa de uso actual del suelo	33

Índice de gráficos

Gráfico 1. Porcentajes según la frecuencia (árboles/ha) de los principales grupos de especies del estrato I	38
Gráfico 2. Relación entre los volúmenes de los principales grupos de especies encontrados en el estrato I	39
Gráfico 3. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el Estrato II	41
Gráfico 4. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato III	42
Gráfico 5. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato V	44
Gráfico 6. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato VII	46
Gráfico 7. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato X	48
Gráfico 8. Porcentajes según la frecuencia (árboles/ha) de los principales grupos de especies del estrato X	50
Gráfico 9. Relación entre los volúmenes de los principales grupos de especies encontradas en el estrato X	51

Resumen

El presente trabajo de graduación se realizó con la finalidad de proponer un sistema integral de manejo forestal en la finca La Esperanza, que sea sostenible en aspectos ecológicos y financieros, a modo de mantener una cobertura forestal a través del tiempo que resulte rentable. Se inició con los estudios necesarios para diagnosticar la situación de la finca, tanto en trabajo de campo como gabinete. En cuanto al trabajo de diagnóstico, el inventario forestal para caracterizar las distintas áreas de manejo resulta ser de vital importancia, ya que nos provee la data que necesitamos para formular las propuestas de manejo. Posterior a esto se realizó el análisis y fraccionamiento de la finca en 10 estratos con características similares que pueden ser sujetas a los mismos tratamientos silviculturales. Los estratos IV, VI y IX se excluyeron del estudio ya que consisten en áreas de cultivo y otros usos. Los estratos I, II y X se consideraron como estratos con alta biodiversidad y pobres características para la producción forestal, por lo que se propusieron como estratos para la conservación estricta. Los estratos III, V, VII y VIII se propusieron como estratos para manejo con diferentes tratamientos, desde la corta selectiva para promover la regeneración natural y el crecimiento de árboles suprimidos, hasta áreas de tala rasa, en donde se hará una rodalización y corte anual con resiembra para mejorar la volumetría.

Abstract

This graduation work was carried out with the purpose of proposing a comprehensive forest management system on the La Esperanza farm, which is sustainable in ecological and financial aspects, in order to maintain forest cover over time that is profitable. It began with the necessary studies to diagnose the situation of the farm, both in field and office work. Regarding diagnostic work, the forest inventory to characterize the different management areas turns out to be of vital importance, since it provides us with the data we need to formulate management proposals. After this, the analysis and division of the farm into 10 strata with similar characteristics that can be subject to the same silvicultural treatments was carried out. Strata IV, VI and IX were excluded from the study as they consist of cultivation areas and other uses. Strata I, II and X were considered strata with high biodiversity and poor characteristics for forest production, so they were proposed for strict conservation. Strata III, V, VII and VIII were proposed as strata for management with different treatments, from selective felling to promote natural regeneration and the growth of suppressed trees, to clear felling areas, where annual stand and cut will be carried out. with reseeded to improve volumetry.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo provee un análisis sobre el manejo forestal que se realiza a nivel de finca en la región de Salamá, Baja Verapaz, con el propósito de aportar conclusiones y recomendaciones que puedan contribuir al desarrollo de la ciencia forestal en el mejoramiento de los sistemas silviculturales. En la finca en cuestión se manejan bosques naturales de coníferas, latifoliados y mixtos, así como plantaciones forestales. Esto provee un marco bastante diverso donde se puede observar críticamente el manejo forestal que se aplica actualmente.

El propósito es de hacer una contribución al sector forestal del país a través de un estudio de caso que pueda ser replicable a nivel de región y a nivel nacional cuando los parámetros apliquen. La propuesta de manejo en sus distintas categorías puede servir de base comparativa para realizar estudios a mayor detalle de cada una de las prácticas aquí mencionadas y propuestas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Hacer un estudio de la finca La Esperanza, que pueda servir como referencia de manejo forestal a nivel de finca tanto en un marco regional (Baja Verapaz), como nacional.

2.2 Objetivos específicos

- Llevar a cabo un estudio de fotointerpretación, así como un levantamiento topográfico, para realizar los mapas que permitan visualizar todas las variables necesarias.
- Realizar y llevar a cabo el análisis de un inventario forestal de la finca que provea de datos confiables para el desarrollo de un plan de manejo.
- Proponer un sistema de manejo forestal sostenible de bosque natural.
- Proponer un sistema de protección de fuentes de agua y biodiversidad (bosques protectores) en el contexto del manejo forestal general de la finca.
- Recomendar un sistema de corta integral, que incluya todas las posibles fuentes de materia prima (bosque natural y plantaciones).

III. JUSTIFICACIÓN

Tradicionalmente se ha obviado la ciencia forestal en Guatemala, por lo que ha prevalecido el aprovechamiento sin planificación y sin conocimiento previo de las masas forestales. De ahí que la importancia del manejo forestal radique en solucionar el uso “inmoderado” de los bosques, lo cual equivale a decir que es un uso no científico del recurso.

Esto ha generado varios problemas, entre los que se destacan por su importancia dos: la degradación de extensiones boscosas hasta reducirlas a zonas improductivas por la acción de la deforestación (tala rasa) y la consecuente erosión de los suelos; y la degeneración forestal que se observa en bosques “descremados” donde han sido extraídos los mejores ejemplares para su aprovechamiento en detrimento de la masa forestal remanente que sufre una degeneración genética, por lo que observamos bosques que no sirven para una producción maderera e incluso se ha impactado grandemente sobre la biodiversidad.

El trabajo pretende ser un instrumento de análisis crítico sobre el manejo forestal que se desarrolla en fincas grandes de la región de las Verapaces, en específico de la zona de Salamá y Purhulá en Baja Verapaz.

Se pretende que el alcance principal de este trabajo sea precisamente el de “criticar” el mismo, ya que no se plantea como herramienta que solucione todos los problemas, sino que ayude a poder visualizar y entender estos problemas.

Mediante el manejo forestal propuesto en este trabajo, el cual se hace con intención de ser tanto forestal como económicamente viable, se podrá observar el uso de medición y estadística forestal. Pero tal vez el punto más importante a observar y “criticar” sea el del análisis mismo y el planteamiento de sistemas y tratamientos silviculturales.

La región en la que se realiza el estudio resulta tanto práctica como valiosa, ya que según datos obtenidos del INAB (2004), la región de las Verapaces es la que tiene el mayor número de bosques bajo Manejo Forestal. Asimismo la finca en la que se trabaja tiene características que la hacen interesante a este estudio, como por ejemplo: su extensión (767 hectáreas); tres tipos de bosque (coníferas, latifoliado y mixto); topografía variada; otros recursos renovables presentes (hídricos, biodiversidad).

IV. HIPÓTESIS

No existe una hipótesis en este trabajo, ya que se trata de una evaluación analítica de un trabajo práctico.

V. ANTECEDENTES

5.1 Manejo forestal

El manejo forestal, se basa en el análisis de datos obtenidos en campo para formular planes generales (a gran escala) y de ahí reducir a un nivel más específico, mediante el uso de sistemas y tratamientos silviculturales.

Se define 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 (INAB 2001).

Para ello es necesario lograr que el manejo de los bosques naturales se haga de tal modo que sea económicamente rentable, socialmente viable y ambientalmente sostenible. En la práctica, el manejo forestal viene a constituirse en una secuencia de toma de decisiones por parte del administrador forestal, orientadas a alcanzar la sostenibilidad en el uso del recurso (INAB 2001).

La secuencia de decisiones en el proceso del manejo forestal se fundamenta con la información recopilada en el campo. A través del inventario forestal (caracterización de la situación del bosque), seguidamente se interpreta la caracterización para definir la capacidad productiva, a través de la determinación de la corta permisible (diagnóstico), y finalmente la elaboración de la guía que sirva para la intervención del bosque (planificación del manejo) (INAB 2001).

Las tierras forestales son manejadas por una multiplicidad de propósitos, con un único uso generalmente, la producción de madera. Los territorios aptos para la producción forestal pueden ser manejados para varios usos, algunas veces en la misma área y algunas con usos dominantes asignados en áreas separadas. El manejo de la totalidad es dirigido a lograr el mayor beneficio total neto. Un bosque manejado

principalmente para la producción de madera puede frecuentemente, y con pequeños ajustes, ayudar a la producción hídrica, biodiversidad, o propósitos recreativos. De hecho, el uso principal, bien administrado, a menudo asegura otros beneficios. Sin embargo, en algunas situaciones, los distintos usos son incompatibles entre ellos, y una decisión de prioridad se debe tomar. El pastoreo, por ejemplo, a menudo no encaja con usos de producción de madera o recreación. El uso para recreación es tan dominante que resulta incompatible con la corta de madera, pastoreo y cacería, haciendo que estos se deban excluir completamente (Davis 1966).

5.2 Silvicultura

El término *silvicultura* se puede definir como el arte de reproducir y manejar bosques continuamente con el objetivo de obtener una producción sostenida de productos forestales y otros beneficios mediante la aplicación de sistemas silviculturales. Un bosque puede crecer naturalmente sin interferencia humana y aún así producir madera, pero al aplicar lo que hemos aprendido acerca del crecimiento forestal podemos crear los “tipos” de bosque requeridos en períodos más cortos. Esta es la esencia de la práctica forestal. Es un uso consciente e inteligente de las habilidades humanas para asistir a la naturaleza, en contraste a la corta indiscriminada en total ausencia de visión de largo plazo. Las técnicas utilizadas por los forestales al manejar bosques son gobernadas por un conocimiento silvicultural y un entendimiento de los bosques como una comunidad vegetal. La mayoría de este conocimiento ha sido obtenido mediante la observación científica, investigación y experimentación (Stoddard 1978).

Se entiende por silvicultura todas aquellas prácticas y mantenimiento que se aplican a una masa forestal para procurar su óptimo rendimiento. Las prácticas silviculturales que se aplican a una masa foresta estarán en función de los objetivos de la misma, que pueden ser madera para aserrío, obtención de postes, leña, pulpa, protección, etc (INAB 1999).

5.3 Condiciones básicas para la silvicultura

5.3.1 Situación forestal general.

Hasta hace poco tiempo, sólo en casos excepcionales se podía hablar de un manejo ordenado en los bosques tropicales. De aplicarse algún sistema, éste consistía en una especie de explotación de tipo minero y degradatoria. No podía hablarse ni de manejo sostenido, ni de silvicultura. El bosque no era prácticamente considerado como un bien económico, sino más bien como un impedimento para el avance de la civilización. Las causas de esta actitud eran:

- La creencia en la inagotabilidad de los bosques y/o la ínfima demanda local de madera y de productos forestales (Lamprecht 1990).
- La falta de conocimientos económicos, sin los cuales es imposible dirigir acertadamente la producción forestal. Extensas regiones boscosas actualmente siguen siendo manchas blancas en los mapas forestales.
- Por una parte, el desconocimiento o bien la subestimación de los beneficios de las funciones sociales que desempeñan los bosques (protección de los suelos, regulación hídrica, recreación, etc.) y por otra, el temor a los “infiernos verdes”. Los efectos ambientales positivos del bosque y del árbol se perciben la mayoría de las veces sólo cuando las consecuencias de la deforestación saltan a la vista (Lamprecht 1990).

Entre las causas importantes para que no exista una economía forestal sostenida se pueden mencionar:

- La falta de personal forestal calificado. Excepto en algunos casos, hasta después de la Segunda Guerra Mundial no existían centros de formación forestal en las zonas tropicales.
- La imposibilidad de transferir sistemas de economía forestal que dieron buen resultado en otras regiones del mundo a los bosques tropicales, que son totalmente diferentes en cuanto a condiciones medioambientales, composición florística, estructura y dinámica. Esto es especialmente válido para la silvicultura como una técnica que depende en gran medida de las condiciones biológico-ambientales. Este hecho aún no ha sido reconocido universalmente, como lo demuestran los intentos fracasados de transferencia tecnológica forestal no validada. La

organización de empresas forestales aptas para el trópico, requiere además de recursos y de personal calificado, de tiempo para la adquisición de experiencias sólidas derivadas de la investigación y de la práctica en los bosques tropicales. Tendencias de desarrollo independientes se pueden observar principalmente en donde los países colonizadores organizaron y manejaron servicios forestales y centros de investigación. Con frecuencia estos centros desempeñaron actividades pioneras y les legaron a los países ahora independientes un cúmulo de invaluable experiencias. Sin embargo, en términos generales el desarrollo del sector apenas se inicia, de modo que el silvicultor frecuentemente se ve confrontado al problema de hincar las actividades forestales en bosques que hasta la fecha no han sido manejados.

- La devastación de los bosques en todos los sitios relativamente accesibles a las actividades avícolas y pecuarias. Prácticamente todos participan en la gigantesca obra de destrucción, desde el más pobre campesino del sistema de agricultura migratoria, hasta el latifundista y el agroindustrial. Se sobreentiende que la organización de empresas forestales con manejo sostenido sólo es posible donde tengan garantía de protección. Con mucha frecuencia las instituciones nacionales del servicio forestal (aún) no están en capacidad de cumplir con este cometido (Lamprecht 1990).

5.3.2 Situación silvicultural en especial.

En este contexto el factor principal es el estado de los bosques, en los que se pretende iniciar un manejo ordenado. Estos se pueden subdividir someramente en bosques primarios y bosques secundarios, así como en bosques explotados y mosaicos de agricultura seminómada y de bosque. Desde el punto de vista silvicultural, las características más importantes de estos cuatro grupos son las que se exponen a continuación (Lamprecht 1990).

5.3.2.1 Bosques primarios.

Para los bosques vírgenes o los bosques climáticos poco afectado y solamente de forma temporal por factores antropogénicos, es válido lo siguiente:

- De acuerdo con la gran variedad ambiental, existe una amplia gama de tipos de bosque, con diferente estructura y composición; por lo tanto no existen “recetas” de validez general para el manejo silvicultural en los bosques tropicales.
- La riqueza en especies es extraordinariamente alta. En un mismo tipo de bosque existen cientos de especies arbóreas; por hectárea existen de 40 a 80 y más de ellas.
- Incluso en ambientes homogéneos las mezclas y estructuras de los rodales varían en superficies pequeñas.
- Las abundancias de la mayoría de especies son bajas. La mezcla de especies es muy intensiva, no sólo en el área (horizontalmente), sino también en los estratos (verticalmente). Predominan las mezclas de pie a pie.
- Las frecuencias, que miden la uniformidad de la distribución, son generalmente bajas. Sin embargo, en cada tipo de bosque se dan las llamadas especies de distribución continua horizontal y/o vertical, que generalmente se caracterizan también por altas abundancias y dominancias.
- También se observa una alta heterogeneidad de las dimensiones de los árboles (diámetro, altura) en pequeñas superficies.
- El desarrollo de las funciones de la distribución diamétrica de los árboles indica una estructura del bosque de entresaca. Sin embargo, algunas de las especies con importancia comercial tienen estructuras diamétricas irregulares: en el piso superior predominan los árboles gruesos, mientras que los delgados y la regeneración son escasas. Estas estructuras son especialmente características para las especies pioneras longevas, las nómadas y las oportunistas.
- La evaluación exterior de la calidad de varios árboles (forma del fuste, ramaje, partes podridas, etc.) es a menudo insatisfactoria, ya que muchos árboles gruesos tienen el duramen podrido.
- Sólo pocas (0 a 20 %) de la gran cantidad de especies arbóreas producen madera con valor comercial. El gran resto sólo se puede vender con pérdida o es del todo no comercial.
- A causa del reducido número de especies comerciales y del aún menor número de árboles de las mismas, que por sus dimensiones y calidad no pueden ser aprovechados, los volúmenes utilizables de madera son a menudo de sólo 0-20 m³/ha. Una gran excepción la constituyen los ricos bosques de dipterocarpáceas.
- El incremento es ínfimo; referido a grandes áreas el incremento neto es cero.

- Aunque generalmente se cuenta con regeneración, las especies económicamente interesantes están subrepresentadas en ella.
- Los aspectos enumerados muestran y explican por qué los bosques húmedos primarios tropicales no son capaces, o bien lo son sólo limitadamente, de cumplir con los requerimientos económicos que se plantean a los bosques manejados (Lamprecht 1990).

5.3.2.2 Bosques secundarios

El concepto de bosque secundario abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o antropogenia, hasta su fin, excluyendo el estadio de bosque climácico, la cual ya no es abarcada por el concepto. En la práctica se entienden como bosques secundarios sobre todo los estadios tempranos de desarrollo, que son fáciles de reconocer; bosques secundarios viejos son generalmente difíciles de distinguir de un bosque climácico original. La opinión generalizada de que los bosques secundarios son menos “naturales” que los bosques climácicos es incorrecta cuando las causas de su origen no son antropogenias y la sucesión ocurre sin perturbaciones. En tal caso, la expresión bosque natural secundario es la correcta, para diferenciarlo del bosque climácico original. Para los bosques secundarios es válido lo siguiente:

- La composición y las estructuras no sólo dependen del medio ambiente, sino también de la edad y las mismas varían con el avance de la sucesión.
- Cuando menos los bosques jóvenes están más simplemente estructurados y son mucho más pobres en especies que los bosques primarios del mismo medio ambiente. También son más homogéneos en edad y dimensiones.
- Entre las especies secundarias típicas no se encuentran las productoras de maderas preciosas tropicales de alto valor. En general, la madera liviana que producen, suave y poco resistente, casi no tiene demanda, sobre todo si es de diámetros menores.
- La lucha intensiva por luz y espacio conduce al desarrollo de fustes encorvados en muchos árboles. Además, la calidad de la madera es frecuentemente afectada por la pudrición prematura del fuste.
- El incremento es considerable en los primeros estadios, pero decrece con el avance del desarrollo y a largo plazo, se aproxima a los valores del bosque primario.

- Ya que tanto en la composición, la estructura y el incremento de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo, entonces la producción no es estable ni en cantidad, ni en calidad. Con ello se dificulta el suministro sostenido del mercado con determinados productos (Lamprecht 1990).

La inestabilidad de la producción y su bajo o inexistente valor comercial, hacen que los bosques secundarios sean en general poco apropiados o totalmente inapropiados como objeto de una economía forestal sostenida. Una evaluación mucho más positiva de los bosques secundarios es circunstancialmente posible en sitios donde existe un mercado para la celulosa, chips y otras madereras industriales. Una gran cantidad de especies secundarias precoces está en capacidad de suministrar tales productos en grandes cantidades y con calidades satisfactorias. La estabilización de la producción es posible mediante la realización de intervenciones específicas, que permiten mantener la sucesión del estadio económicamente deseado (Lamprecht 1990).

5.3.2.3 Bosques explotados

Generalmente se trata de bosques vírgenes o naturales “descremados”, de los cuales fue extraído de forma sistemática prácticamente todo el material que produjera ganancias. De acuerdo con la intensidad de las intervenciones, lo que queda y permanece por mucho tiempo es un bosque natural empobrecido, o bien se desarrolla un bosque de segundo crecimiento. En el primer caso, las condiciones para el inicio de un manejo forestal son especialmente desfavorables y en el segundo éstas corresponden a las de los bosques secundarios (Lamprecht 1990).

5.3.2.4 El mosaico de agricultura seminómada y bosque.

La población local o bien los nuevos colonizadores utilizan las superficies boscosas para practicar la agricultura de rozas y quemas. Cuando se trata de nuevos colonizadores se habla también de bosque invadido. Para el campesino el bosque es también fuente de libre aprovisionamiento de madera, leña y otros productos forestales. En la mayoría de los casos se trata de una mezcla poco clara de restos de bosque virgen, de rodales explotados y de diversos estadios de sucesión secundaria, de superficies con cultivos agrícolas recién establecidas y otras ya abandonadas, que están unas al lado de otras o entreveradas. De acuerdo con su estado, la situación silvicultural inicial de cada porción de bosque es diferente. La heterogeneidad de las condiciones en áreas reducidas tiene efectos generalmente desfavorables. También

hay que considerar que una economía forestal convencional sólo puede establecerse, si se toman debidamente en cuenta las necesidades de la población local. En donde no se pueda realizar una separación de las superficies de bosque, de pastos y de cultivos, que sea aceptable para todos los involucrados, debe plantearse más bien la implementación de sistemas agroforestales o silvopastoriles. Dentro de estos se incluye también el uso sostenido de la tierra con el sistema agrícola de rozas y quemas. En caso de que las condiciones necesarias estén dadas, muchas veces la agricultura migratoria debiera ser la solución más apropiada (Lamprecht 1990).

5.4 Sistemas silviculturales.

Un sistema silvicultural es un programa de tratamientos que se desarrollan por un período completo en rotación. Un sistema silvicultural, necesariamente involucra la regeneración del bosque (INAB 1999).

5.4.1 Sistemas en bosques coetáneos.

Todos los individuos poseen la misma edad. A lo sumo las diferencias de edad no exceden el 20% de la edad de rotación. Los bosques provienen de plantación o siembra por lo general. Los tratamientos aplicables son:

Tala rasa: se remueve todo el rodal en una sola corta. En sentido silvicultural se refiere a las prácticas en las cuales se remueve toda la vegetación leñosa para iniciar el cultivo de un nuevo bosque en forma artificial.

Árboles padres: se extraen de un bosque maduro o sobre-maduro casi todos los árboles en una sola corta, dejando un pequeño número de árboles aislados o en grupo que servirán como fuente de semillas para regeneración natural. Los árboles padres deben estar bien distribuidos en el terreno dejando al menos 10 árboles por hectárea.

Método de fajas alternas: se considera una modificación de la tala rasa. La tala rasa se realiza en fajas perpendiculares a la pendiente. El ancho de la faja puede variar entre 1 a 5 veces la altura promedio de los árboles. La regeneración es natural y proviene de las fajas no cortadas (INAB 1999).

5.4.2 Sistemas en bosques disetáneos.

Los bosques disetáneos permanecen con dos o más clases de edad en la misma área, generalmente constituyen bosques naturales de edad avanzada.

Método de selección: cada año se cosechan solamente los árboles que han alcanzado el diámetro mínimo de corta. Cuando el bosque es grande, esta cosecha se concentra en áreas. El ciclo de corta será el período en que se vuelve a cosechar en cada una de estas áreas en que se divide todo el bosque. El ciclo de corta (años) dependerá del crecimiento de los árboles que aún no han alcanzado el diámetro de corta y de la corta permisible en toda el área. La regeneración es natural a partir de árboles padres (INAB 1999).

Método de mejoramiento: consiste en obtener una alta proporción de árboles comerciales por hectárea, mediante la eliminación de especies sin valor. Se debe contar con, al menos, 100 árboles por ha de especies valiosas. Una vez seleccionados los árboles, se eliminan los indeseados. Si la existencia de árboles valiosos es insuficiente, se puede completar la regeneración con plantación artificial (INAB 1999).

Método de enriquecimiento: se aplica a bosques que han sido explotados reiteradamente y poseen poco valor comercial. La plantación de especies valiosas se puede hacer en fajas, líneas o grupos. Si se hace en fajas o grupos, los mismos deben estar orientados de este a oeste (INAB 1999).

5.4.3 La domesticación como tarea silvicultural.

En casos favorables, como los mencionados anteriormente, no existen mayores impedimentos para la introducción directa de uno de los métodos expuestos. El primer paso para iniciar el manejo forestal en bosques hasta ahora no manejados consiste en la llamada domesticación. Ésta comprende todas las medidas tendientes a incrementar los rendimientos económicos de los rodales, hasta alcanzar cuando menos un nivel que permita su manejo sostenible no deficitario. Es por ello que al incluir los bosques tropicales en un programa forestal, al principio casi siempre es necesario un cambio relativamente profundo en los rodales originales, en casos extremos hasta llegar a su sustitución total. El manejo “normal” forestal sólo se puede realizar después de alcanzados los objetivos de la domesticación. Dicho con otras palabras: deben crearse primero los rodales que harán posible la aplicación de los principios universalmente válidos para una economía forestal sostenida y ordenada. Por lo tanto, la domesticación

sólo es una etapa intermedia en la persecución del objetivo final, consistente en un bosque tropical manejado (Lamprecht 1990).

5.4.3.1 Objetivos de la domesticación.

Los objetivos son en parte determinados por:

- Las condiciones del medio ambiente y el potencial natural de producción.
- Las especies arbóreas disponibles.
- Los objetivos de la política forestal nacional, regional y local.
- La efectividad de las organizaciones forestales.
- Los costos de manejo y otras consideraciones de carácter económico-empresarial.
- El grado de accesibilidad de la zona forestal.
- La disponibilidad de mano de obra.
- Los mercados y las industrias madereras locales y/o regionales.

Las cuestiones complejas en cuanto a la fijación de los objetivos, por lo tanto, sólo pueden ser resueltas concretamente, a partir del conocimiento global de la situación local correspondiente. Aquí se intentará esbozar las pautas de validez general más importantes. Está claro que los rodales deseados deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- Ser claramente más homogéneos que las “selvas” en su composición florística, en sus dimensiones y en su estructura.
- Proveer materias primas en todo sentido más homogéneas; por lo general es deseable la producción de pocos tipos de madera, que puedan utilizarse uniformemente, aunque se trate de una mezcla de especies botánicamente diferentes, como en el caso de las dipterocarpaceas.
- Tener una proporción alta de especies comerciales y una proporción baja de especies sin valor comercial. Sin embargo no se debe pretender la eliminación de las especies que actualmente no sean aptas para la venta. Las “maderas malas” de hoy pueden ser económicamente interesantes mañana. Además deben considerarse sus posibles funciones bioecológicas de importancia, que por el momento se desconocen y así también la responsabilidad general en cuanto a la conservación de las reservas genéticas. En donde no se disponga de especies comerciales dentro del espectro de las nativas, pueden introducirse especies exóticas ambientalmente adaptadas para enriquecer el vuelo objetivo.

- En su calidad de bosques domesticados, producir más que los bosques originales.
- Tener una futura producción de calidad claramente superior a la del bosque original (Lamprecht 1990).

5.4 Consideraciones generales sobre la selección del sistema silvicultural.

La situación existente y los objetivos previstos son determinantes para la decisión en cuanto al sistema silvicultural a ser aplicado. De acuerdo con esto se pueden distinguir los siguientes tipos de bosque:

- Los bosques cuyas condiciones permiten el paso directo a una economía forestal sostenida y con objetivos definidos. En este caso no se requieren medidas de domesticación. En principio se puede elegir entre las técnicas silviculturales desarrolladas y probadas en las latitudes templadas. Un ejemplo son los bosques de coníferas tropicales, que pueden ser manejados como bosque alto mediante cortas uniformes, cortas por fajas sucesivas o cortas por bosquetes. Samek (1976) y Anders (1982) hicieron propuestas de ese tipo para el manejo de los bosques de pino cubanos y vietnamitas. También los manglares son apropiados para el paso directo al manejo como bosque bajo o bosque medio, siempre que las especies nativas tengan buena capacidad de rebrote; asimismo los bosques de pantano de agua dulce y otras comunidades, en las que dominan pocas especies con valor comercial. Generalmente se recomienda como primer paso una especie de “despeje” de los vuelos, con el que se eliminan las lianas, “matapalos”, los individuos enfermos y otros tipos de material deficiente. Tales medidas de saneamiento deben ser limitadas a lo estrictamente necesario por razones económicas (costos) y ecológicas (estabilidad del vuelo). El tratamiento posterior puede hacerse de acuerdo a uno de los sistemas silviculturales clásicos.
- Los bosques que por diferentes motivos ya discutidos no son apropiados para el paso directo al manejo forestal sostenido. En una primera fase, estos tienen que ser domesticados, lo que puede realizarse con los métodos de conversión o de transformación.

Aunque la historia silvicultural todavía es muy joven, ya dispone de una amplia gama de técnicas de domesticación, que van desde las cortas de mejora, métodos de enriquecimiento, regeneración natural y artificial, hasta la tala rasa para el

establecimiento de monocultivos coetáneos y de arboricultivos forestales (Lamprecht 1990).

5.4.5 La reforestación.

5.4.5.1 Generalidades y fundamentos.

Las fases de barbecho muy cortas, los períodos de cultivo muy prolongados en la agricultura migratoria de rozas y quemas, el pastoreo, el fuego y la erosión han causado la degradación de vastas superficies, para convertirlas en tierras baldías y depredadas. Este tipo de paisaje se incrementa rápidamente. Según estimaciones de Rehm (1973), mediante el uso inapropiado de la tierra en los trópicos húmedos y semihúmedos ya se han convertido aproximadamente 1.7 mil millones de ha en sabanas de gramíneas duras (“desiertos de gramíneas”), relativamente improductivas. Las pérdidas de áreas boscosas en las latitudes bajas alcanzan actualmente unos 6 – 7 millones de ha/año. La tendencia que se observa también es ascendente (Lamprecht 1990).

Steinlin (1979) pronostica que la deforestación continuada y el aumento simultáneo del consumo de madera y productos madereros de los diferentes países harán imposible que la mayoría de las naciones tropicales en vías de desarrollo logren satisfacer la demanda con su propia producción (Lamprecht 1990).

Tanto para el saneamiento de paisajes devastados, como para evitar la inminente o la ya presente escasez de madera, las reforestaciones son una tarea ineludible en extensas regiones de la zona tropical, a pesar de que no en todas partes se tenga conciencia de ello. FAO estima las nuevas plantaciones en un máximo de 1.1 millones de ha/año; por aprox. 15 ha de bosque destruidas se reforesta en el mejor de los casos 1 ha (Steinlin 1983). En Sudán, la pérdida de la cobertura boscosa entre 1981 y 1985 es estimada en 504000 ha/año, mientras que la reforestación planificada es de sólo 13400 ha anuales. Esto equivale tan sólo al 2.56% de la superficie boscosa perdida en el lapso mencionado (Loschau 1984). Una sinopsis de las actividades de reforestación de los 20 países en desarrollo más avanzados en este sector, es proporcionada por Spears (1983), quien entre otras cosas hace referencia a los problemas no resueltos y señala la necesidad y las posibilidades concretas de una mayor ayuda de parte de las naciones industrializadas (Lamprecht 1990).

A menudo se tiene la impresión que la economía forestal en las latitudes bajas es concebida como la mera actividad de plantar árboles. De parte de la administración y

de la población con frecuencia se encuentra fácilmente comprensión y apoyo para la realización de proyectos de forestación. Se considera especialmente diligente a quien pueda mostrar cada año nuevas plantaciones forestales ubicadas visiblemente, por ejemplo en las cercanías de la ciudad. Conocer con qué objetivo fueron plantadas, como fueron establecidas y como se desarrollan, es algo que interesa mucho menos. Numerosas forestaciones en ruina permiten imaginarse la buena voluntad, recursos y trabajo que prácticamente se dilapidan en operaciones de este tipo. Con frecuencia esos recursos faltan después en otro sector, donde hubieran podido ser empleados apropiadamente (Lamprecht 1990).

Es por ello que antes de tomar cualquier decisión en pro o en contra de una forestación. Se deben hacer y responder las siguientes preguntas:

¿Cuál es el objetivo de la plantación, es decir, a qué fines debe servir ésta?

¿Por qué la superficie prevista para la plantación carece de cobertura boscosa?

Pregunta 1: una plantación sólo se justifica si su beneficio directo y/o indirecto compensa cuando menos los costos de su establecimiento y conservación. Especialmente en las regiones escasamente pobladas, esta condición no se cumple automáticamente en todas las superficies baldías susceptibles a ser forestadas (Lamprecht 1990).

Un beneficio directo satisfactorio, proveniente de una forestación puede esperarse en caso de que exista real o potencialmente un mercado para madera con suficiente demanda y que las condiciones medioambientales permitan el cultivo de especies arbóreas de rápido crecimiento y/o de alto valor.

Una plantación puede justificarse con el beneficio indirecto que produce, cuando el bosque está en capacidad de desempeñar determinadas funciones de protección (por ejemplo del agua, del suelo, etc.) de la forma más eficiente posible. Como esto ocurre en una gran cantidad de casos, entonces los limitados recursos y la mano de obra deben ser concentrados en regiones donde la protección forestal es más urgente y el beneficio económico esperado es más alto. Estas son predominantemente las regiones más densamente pobladas, aunque los recursos a proteger se encuentren eventualmente lejos de los centros de población (p. ej. Áreas de protección de agua potable, cuencas hidrográficas). La creación de bosques sociales tiene una prioridad también alta, ya que ellos juegan un papel cada vez más importante para la recreación de la población en la periferia de las grandes urbes (Lamprecht 1990).

Cuanto mayores sean los beneficios totales esperados que producirá una forestación, más se justifica su realización. Los bosques de múltiple propósito alcanzan en general altos valores en la suma de los beneficios que generan y obtienen cada vez más importancia en las regiones de fuerte densidad de población. En esas condiciones, la demanda tanto de bosques comerciales, como de bosques públicos para fines de protección y recreación, es más alta y presenta los mayores incrementos (Lamprecht 1990).

Pregunta 2: Entre las causas que conducen a la ausencia de bosques deben diferenciarse las naturales y antropógenas. El bosque falta por causas naturales en todos aquellos sitios en los que las condiciones medioambientales son muy desfavorables para las especies arbóreas (autóctonas), p. ej. En los climas áridos, en las montañas altas, en suelos muy pobres, en suelos con régimen hídrico extremo. Allí se puede pensar en una forestación exitosa sólo en el caso de que se logren eliminar los factores que impiden el establecimiento de bosque, lo que podría ocurrir p. ej. Mediante la irrigación o drenaje, fertilización, labranza del suelo o bien si se logra encontrar especies arbóreas exóticas que a pesar de las desventajas del medio ambiente sean capaces de medrar. Las posibilidades técnicas por la aplicación de ese tipo de medidas son limitadas, además de que las mismas son caras. Sólo en casos excepcionales se puede contar con una producción que cubra los altos costos (p. ej. En los arboricultivos forestales irrigados). Las funciones de protección en muchos casos también pueden ser desempeñadas de forma satisfactoria por una cobertura vegetal natural baja; de no ser así, generalmente otro tipo de medidas, por ejemplo estructuras mecánicas, dan resultados seguros y son relativamente menos costosas. Las probabilidades de encontrar especies exóticas aptas para el medio ambiente no son muy altas. Como regla general vale entonces que, donde no puede existir un bosque natural, no se debieran realizar intentos de forestación.

Las causas más importantes para la ausencia del bosque, derivadas directa o indirectamente de la actividad humana son:

- El uso agrícola de la tierra.
- La ganadería relativamente intensiva.
- Las quemadas relativamente regulares.
- Las comunidades vegetales perennes de origen antropógeno, como lo son

muchas sabanas de gramíneas duras, etc., pero también las tierras baldías degradadas irreversiblemente, la erosión progresiva y, muy en general, las condiciones que excluyen la posibilidad de una repoblación natural.

La forestación exitosa sólo es posible si se eliminan de forma segura los factores que impiden el establecimiento del bosque. El no reparar en esa exigencia, la cual debiera sobrentenderse, ha conducido frecuentemente al fracaso de proyectos que en sí tenían perspectivas de éxito.

En la mayoría de los casos es fácil reconocer los factores que excluyen al bosque, pero su eliminación con frecuencia es muy difícil. Esta situación se presenta especialmente en regiones con alta densidad de población, es decir, precisamente aquellos lugares, en donde las forestaciones serían necesarias y se justificarían. La prohibición de la agricultura temporal o permanente, del pastoreo o de las quemas (que constituyen un método tradicional aplicado en la agricultura y la ganadería), podría acarrear problemas socioeconómicos que amenacen la existencia de la población local. Como ejemplo se menciona la tenencia de caprinos, la cual representa la base subsistencial de gran parte de la población nativa, sobre todo en las regiones de los bosques xerofíticos. Debido a la escasez de leña y a la erosión que muchas veces allí existen, las forestaciones son especialmente urgentes. Sin embargo, todas las medidas que se tomen al respecto están condenadas al fracaso si no se controla el libre acceso al pastoreo. Si bien el retiro de los caprinos evita que continúen los daños ecológicos y protege a las plantaciones contra el ramoneo y otros daños, también ocurre que con ello se priva a la población local de una de sus más importantes bases existenciales. Es muy comprensible que la población se oponga a estas medidas con todos los recursos a su alcance. De acuerdo con la experiencia, a largo plazo, ésta impone sus intereses, incluso contrariando al poder estatal. Como pruebas de una medida de saneamiento que en sí era apropiada y necesaria, subsisten los restos de plantaciones quemadas o arruinadas de cualquier otra forma. Por esta razón, las forestaciones se deben realizar básicamente sólo de mutuo acuerdo con los habitantes afectados. En los lugares donde las medidas a tomarse hacen peligrar su existencia, se deben buscar a tiempo las alternativas correspondientes (Lamprecht 1990).

En algunos casos, tales exigencias rebasan por mucho las posibilidades y las competencias de los organismos forestales. Siempre que amenace el surgimiento justificado de conflictos de intereses, los proyectos de forestación, cuando menos los más grandes, deben ser planteados en el marco de una planificación amplia del uso de

la tierra, en la que se tomen en consideración todos los aspectos relevantes, no sólo los técnico-forestales (Lamprecht 1990).

En las forestaciones de tierras baldías, de sabanas antropógenas de gramíneas duras, de superficies erosionadas y de otros terrenos baldíos con pocas opciones de utilización, los problemas de ese tipo son mucho menores o bien no se presentan. A cambio de ello, con frecuencia, se hacen necesarias actividades preparatorias costosas, por ejemplo, la labranza del suelo antes de que pueda ser iniciada la propia plantación forestal (Lamprecht 1990).

Si el bosque planificado debe servir exclusivamente para fines de protección, en principio basta con eliminar los factores inhibidores para asegurar la repoblación natural. Si bien ésta toma relativamente largo tiempo, por otro lado, no ocasiona mayores costos, ni tiene ninguno de los riesgos en cuanto a la selección de especies, etc. Las diversas posibilidades de la aplicación sistemática de la “repoblación (protectora) natural” hasta ahora casi no se han aprovechado (Lamprecht 1990).

Resumiendo se puede decir que al evaluar la aptitud que tenga un área determinada para ser reforestada, los aspectos siguientes son determinantes:

- El beneficio directo y/o indirecto que tenga el futuro bosque debe justificar los costos de su establecimiento, cuidado y conservación.
- Ante la urgencia con que se debe efectuar la forestación, los recursos y las capacidades limitadas de que se dispone para su establecimiento, deben concentrarse en los proyectos de más alta prioridad.
- Si por causas naturales no hay bosque, generalmente no debe pensarse en plantar árboles.
- Las forestaciones no deben ser iniciadas antes de haber eliminado confiablemente los factores que impiden una repoblación natural. En todo caso, se deben tomar apropiadamente en consideración los intereses de todos los campesinos en la zona que sean eventualmente usufructuarios de los terrenos involucrados (Lamprecht 1990).

Cuando están aseguradas las premisas básicas, se inicia la planificación del establecimiento de la plantación. La selección de las especies arbóreas y su suministro, la preparación del terreno, así como la determinación de las técnicas de reforestación y los tratos silviculturales para el cuidado de las plantaciones tienen importancia silvicultural inmediata (Lamprecht 1990).

5.4.6 Manejo silvicultural en plantaciones forestales

5.4.6.1 Generalidades.

En arboricultivos de turno corto, cuyo objetivo es la producción de madera industrial o de madera para fines energéticos, los tratamientos silviculturales no son necesarios y las intervenciones regularmente se limitan sólo a la protección necesaria a los vuelos. En caso de que se desee producir madera de construcción de dimensiones mayores y de mejor calidad, entonces se realizan uno o varios raleos. Como medidas adicionales muchas veces se prevén podas y el establecimiento de un sotobosque (Lamprecht 1990).

5.4.6.2 Raleos.

El raleo tiene como objetivo básico regular el espaciamiento para favorecer el crecimiento en volumen de los árboles promisorios dentro de un rodal para aprovechar la capacidad productiva del sitio. En otras palabras, rodales muy densos producen muchos árboles de pequeñas dimensiones y el crecimiento en volumen se minimiza; por otro lado, en rodales muy espaciados se sub-utiliza la capacidad productiva del sitio (INAB 1999).

El objetivo principal de los raleos no es tanto una selección precisa de los individuos cualitativamente más aptos, sino más bien una regulación espacial “geométrica” entre los árboles, para evitar así la competencia indeseable. Con ese propósito y siguiendo un esquema preestablecido, se realizan tempranamente fuertes reducciones del número de árboles. El momento de la primera intervención depende esencialmente de la velocidad de crecimiento y del distanciamiento entre plantas. En términos generales se efectúa después de 6 a 10 años de establecida la plantación; las intervenciones subsiguientes se efectúan en lapsos de 3 a 6 años. Los métodos utilizados son el raleo sistemático por hileras, por ejemplo la tala de cada segunda o tercera hilera, o la eliminación porcentual, p. ej. 50% del número de árboles. Becking (1954) calcula el grado de intensidad del raleo a partir de la comparación del distanciamiento real promedio entre árboles, con el distanciamiento requerido o deseado. Este último se expresa como porcentaje de la altura superior medida en metros. Índices de distanciamiento del 20 al 30% han dado los mejores resultados prácticos. El método fue elaborado originalmente por Hart (1928), quien lo aplicó por primera vez en las plantaciones de teca en Indonesia. En rodales de *Pinus merkusii*, el

método fue probado por Ferguson (1953) y en plantaciones de *Pinus caribea* por Versteegh (1966). Una descripción detallada es proporcionada por Voorhoeve y Schulz (1968). Cousin (1966, citado por Cozzo 1976) propone realizar lo raleos de forma tal, que el distanciamiento promedio entre árboles corresponda a 15 veces el DAP medio, medido en las fechas de las intervenciones respectivas (Lamprecht 1990).

Reducciones del número de árboles tempranas y muy fuertes, como las que introdujo Craib (1947) en África del Sur y que también se recomendaron para otras regiones, conducen fácilmente a pérdidas de incrementos y madera de mala calidad. Actualmente este tipo de intervención casi no se realiza (Lamprecht 1990).

Algunos productos forestales, tales como madera de aserrío y plywood, únicamente pueden obtenerse de árboles de ciertas dimensiones mínimas. Mientras más crezca un árbol sobre estas dimensiones, mayor será su rendimiento y su valor incrementará, y la proporción de material usable declinará. Incluso para pulpa, el tamaño de los árboles es importante debido a que el proceso industrial es lineal; los costos son afectados más por el número de unidades manejadas que por el tamaño. Entre 15 a 20 árboles de 10 cm de DAP deben ser agrupados y manejados para proveer el volumen de un solo árbol de 30 cm de DAP. Árboles de diámetros mayores son también más valiosos debido a la calidad superior de la madera para la mayoría de los productos. Es por esto que las metas de producción forestal, tiempos de rotación, y las prácticas silviculturales son enfocadas al crecimiento en diámetro. El crecimiento diametral está favorecido generalmente sobre el crecimiento en biomasa como un índice de la producción en términos de calidad. En la mayoría de plantaciones, los árboles son plantados demasiado cerca para que todos puedan crecer hasta alcanzar grandes diámetros conjuntamente. Estos árboles de más cuestan dinero y compiten por luz, nutrientes y humedad. Sin embargo, su presencia acelera la tasa a la cual las copas se cierran y esto suprime el crecimiento de malas hierbas. Esto también favorece la formación de troncos verticales y rectos, así como autopoda por falta de luz. Además provee una selección de árboles para la corta final (Wadsworth 1997).

5.4.6.3 Podas.

Las podas prescritas se justifican cuando: 1) se necesita producir madera sin nudos en turnos más cortos; 2) existe muestra natural de ramas bajas que no caen y aumentan los riesgos de incendios de copas; 3) se desea facilitar el acceso de trabajadores a la plantación para realización de labores.

No todas las especies justifican que sean podadas ya que algunas tienen la capacidad de autopoda. En otras especies si bien sucede la muerte rápida de las ramas bajas, el proceso de poda no se completa totalmente y entonces se hace necesaria la intervención. Finalmente, el principal beneficio de la poda es incrementar la capacidad fotosintética de la planta (INAB 1999).

5.4.6.4 Limpias.

El objetivo de las limpiezas es disminuir la competencia de las malezas por espacio, agua, luz y nutrientes, con las especies forestales. De acuerdo con el sitio, se deberá determinar la presencia de malezas y el momento oportuno y la forma en que se efectuarán las limpiezas. Principalmente en rodales recientemente establecidos hacer énfasis en rondas corta fuegos. En latifoliados, consideremos lianas y otras especies indeseables (INAB 1999).

5.5 Antecedentes de la finca “La Esperanza”.

La finca se localiza en el departamento de Baja Verapaz, Municipio de Salamá, jurisdicción de la aldea La Unión Barrios. Existe camino asfaltado por la ruta CA-14 que conduce a Cobán Alta Verapaz. La longitud total del trayecto es de 153 Km. al casco de la finca. El área total de la Finca se estima en 767.46 ha. Las coordenadas en el aserradero de la finca son las siguientes:

Latitud	Longitud
N 15° 10' 6.91''	W 90° 12' 6.48''

Cuadro 1. Coordenadas de aserradero, Finca La Esperanza.

5.5.1 Fisiografía y relieve.

La unidad fisiográfica donde se localiza la finca se denomina, Tierras Altas del Norte. El relieve es quebrado con pendientes menores de 16% en aproximadamente 80% del área. Existen significativamente pocas unidades planas dentro de la finca.

5.5.2 Suelo.

Variable	Dato
Serie	Sholanimá
Material original	Serpentina
Altitud	1500 a 2400
Alt_min	1500
Alt_max	2400
Relieve	Inclinado
Drenaje interno	Bueno
Clase drenaje	Buen drenaje
Color superior	Café muy oscuro
Textura superior	Arcilla
Grado textura superior	Muy fina
Textura inferior	Arcilla
Grado textura inferior	Muy fina
Color inferior	Café oscuro
Profundidad efectiva (cm)	30 a 40
Profundidad	Delgado
Ph ponderado	Neutro

Cuadro 2. Datos del suelo según la serie Simmons (1959).

5.5.3 Clima y zona de vida.

Según el sistema de clasificación climática de Thornwaite, la finca se ubica en una zona con clima semicálido, invierno benigno, semiseco sin estación seca bien definida (B'B'Cr). La zona de vida según Holdrige se define como Bosque muy húmedo subtropical frío.

Variable	Dato
Precipitación (mm)	2.045 – 2514
Biotemperatura (°C)	16-23
Altitud (msnm)	1100 –1800

Cuadro 3. Variables climáticas para la zona de estudio.

5.5.4 Hidrología.

La finca es atravesada por el río las Flautas en la parte Este o frente de la misma. A su vez contiene numerosas corrientes semi-permanente y numerosas efímeras. Dichas corrientes son afluentes del Río Matanzas que desemboca en el Río Chixoy.

5.5.5 Vegetación.

Se localizan diversas asociaciones de Bosques, siendo las principales: Bosque Pino, Bosque pino-latifoliadas, y bosque de latifoliadas. Las especies predominantes en el bosque conífero son *Pinus maximinoii* y a alturas mayores de 2000 m SNM se localiza *Pinus tecunumani*. Las especies latifoliadas están dominados por 2 familias, Fagaceae y Lauraceae (ambas consideradas como filogenéticamente primitivas considerando su estructura floral).

Entre los árboles, las especies más comunes son *Alfaroa costaricensis*, *guatemalensis*, *Lysiloma bahamensis*, *Billia hipocastanum*, *Nectandra sanguínea*.

El bosque latifoliado muestra estratificación, así: dosel (de entre 20 y 40 m de altura), dominado por *Alchornea latifolia*, *Quercus purulhana*, *Nectandra sanguínea*, etc; estrato subdominado (de entre 10 y 20 m de altura), con *Clethra johnstoni*, *Inga sp.* *Zanthoxylum procerum*, etc. Sotoselva de hierbas y arbustos abundantemente dominada por helechos, (algunos arbóreos de hasta 12 metros de altura), y también con presencia de pequeñas palmas del género *Chamedorea*. El estrato epífita es singularmente abundante, con muchos musgos, helechos, bromelias y orquídeas.

5.5.6 Vegetación indicadora:

Liquidambar styraciflua

Persea donell-smithi

Pinus tecunumani

Persea schiediana

Rapanea ferruginea

Clethra spp.

Myrica spp.

Croton draco

Eurya seemanii

5.5.7 Fauna.

Con base en observaciones simples y varias conversaciones con los trabajadores y gente del lugar, así como en función de estudios en áreas cercanas como el biotopo del quetzal permitió identificar la existencia de los siguientes animales:

Nombre común	Nombre científico
Venado	<i>Odocoileus virginianus</i>
Armadillo	<i>Sadypus novemcinctus</i>
Mapache	<i>Procion lotor</i>
Zorrillo	<i>Mephiis macrooura</i>
Carpintero	<i>Malanerpes autifrons</i>
Cojolita	<i>Penélope purpurascens</i>
Quetzal	<i>Pharomacrus moccino</i>
Cantil	<i>Bothrops shiegeli</i>
Bejuquillo	<i>Oxibelis sp.</i>

Cuadro 4. Fauna encontrada en la finca La Esperanza.

Uso	Área Ha	Área %
Bosque pino ralo	254.23	33.13
Bosque pino denso	80	10.42
Bosque mixto	140.115	18.26
Bosque latifoliado	50	6.51
Reforestación	160	20.85
Pastos	30.12	3.92
Área sin vegetación	53	6.91
Total	767.46	100

Cuadro 5. Uso actual del suelo en el área de estudio.

VI. METODOLOGÍA

6.1 MÉTODOS

6.1.1 Inventario:

Establecimiento de límites: La primera fase de gabinete comprenderá la ubicación aproximada de la finca en la hoja cartográfica y fotos aéreas. Se utilizan las hojas cartográficas denominadas Tukurú y San Jerónimo (escala 1:50000), así como fotografías aéreas del proyecto JICA números 95-96-97, año 1995 (AEROFOTO, escala 1:25000). En esta fase se elabora un caminamiento de la finca con el fin de determinar los mojones actuales. Este trabajo se realiza bajo la justificación de determinar límites actuales. Los puntos fueron tomados con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), con los cuales se obtienen errores menores a los 15 m en promedio. La ubicación de los mojones está a cargo de personal de la finca. Con los datos obtenidos es posible elaborar el mapa de la finca y definir las áreas de acción para la siguiente fase.

6.1.2 Muestreo:

Ya con los datos generados en la fase anterior y con ayuda de la fotografía aérea, se procede a dividir la finca utilizando el criterio de uso actual del suelo. Con áreas ya definidas de bosque se procede a su estratificación y posterior rodalización preliminar. Para este tipo de división se utilizan criterios de división por accidentes geográficos y tipos de bosque, en términos de densidad. Con base en lo anterior se diseñó un muestreo sistemático estratificado para determinar el volumen. Se establecieron parcelas de 1000 m² circulares para las áreas de bosque conífero y mixto y parcelas de 5000 m² cuadradas para las áreas de bosque latifoliado. En cada parcela se obtuvieron datos de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal, pendiente y regeneración natural.

6.1.3 Gabinete:

Con la información obtenida de las fases anteriores se aplicarán reformas a la rodalización ya con criterios de campo. Se establecerá el volumen de cada rodal con base a la información obtenida. Con fines prácticos se estimará el volumen por medio de relascopía simple en muchos casos, ya que el área se caracteriza por pendientes altas y peñascos que dificultaban cualquier tipo de establecimiento de parcelas. Los cálculos se realizaron en el programa Microsoft Excel®. Los cálculos estadísticos necesarios para la obtención de resultados no requieren del desarrollo de ningún método estadístico, debido a que no se comparan tratamientos. La estadística utilizada tiene como objetivo tipificar y caracterizar el bosque en cifras.

6.1.4 Análisis:

Luego, la información, se ordenó y se presentó como resultados. A partir de estos se procedió a realizar el análisis de los datos y las propuestas de tratamientos silviculturales específicos para cada unidad, así como de los sistemas silviculturales a implementar en las unidades mayores de la finca (ej. Bosque Latifoliado).

VII. RESULTADOS

7.1 Levantamiento y estratificación

El levantamiento topográfico, se basó en un caminamiento de los linderos actuales de la finca (tanto externos como internos), georeferenciando cada mojón a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), utilizando el aparato Garmin e-trex Vista. Este levantamiento fue necesario ya que no eran claros los límites actuales, y se requería de una medida para obtener datos de superficie de las áreas de estudio. El resultado fue una serie de puntos cuyas coordenadas geográficas fueron utilizadas para generar mapas base de la superficie de la finca.

A continuación se muestra la primera fase de gabinete, la cual consistió en analizar los mapas obtenidos del levantamiento previo, así como de las hojas cartográficas Tucurú y San Jerónimo (escala 1:50,000) y las fotografías aéreas.



Figura 1. Sección de las hojas cartográficas mencionadas que incluye el área de la finca.



Figura 2. Fotografía aérea número 95 (AEROFOTO 1995).



Figura 3. Fotografía aérea número 96 (AEROFOTO 1995)

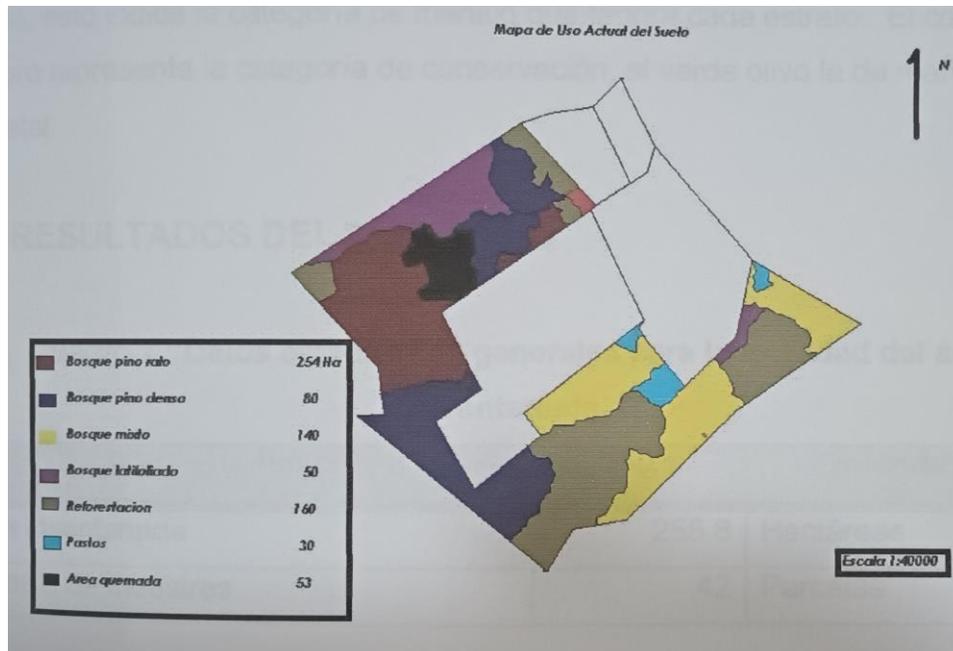


Figura 4. Mapa de uso actual del suelo.

Se empleó el método de fotointerpretación para diferenciar los tipos de bosque y sus características más relevantes, y de esta manera reducir el número de estratos involucrados en el estudio, lo cual facilitó el muestreo. Las características que se tomaron en cuenta fueron las siguientes: 1) Poblaciones arbóreas dominantes (coníferas o latifoliadas), 2) Densidad de la masa boscosa, denso (>150 árboles/ha) y ralo (<150 árboles/ha), 3) Otra variable relevante (plantación, bosque de galería, etc.). Basándose en este análisis se obtuvieron los siguientes estratos:

Estrato	Tipo de bosque	Densidad	Otra variable
I	Latifoliado	Denso	
II	Conífero	Ralo	Nacimientos de ríos
III	Conífero	Denso	
V	Conífero	Ralo	
VII	Conífero	Denso	
VIII	Conífero	Ralo	
X	Latifoliado	Denso	

Cuadro 6. Estratificación de áreas de interés.

Como se puede observar el cuadro anterior presenta tres tonalidades de verde, esto indica la categoría de manejo que tendrá cada estrato. El color verde oscuro representa la categoría de conservación, el verde olivo la de manejo forestal.

7.2 Resultados del muestreo

Dato estadístico	Valor	Unidades
Área inventariada	255.8	Hectáreas
Número de muestras	42	Parcelas
Intensidad de muestreo	1.64	%
Grados de libertad	41	Parcelas
t student para el 90% de confiabilidad	1.3031	---
Volumen		
Media total	120.5	m ³ /ha
Varianza de la media	621.1	m ³ /ha
Error estándar de la media	78.8	m ³ /ha
Error de muestreo	15.7	m ³ /ha
Error de muestreo	13.04	%
Total	30,823.9	m ³ /área total
Límites de confianza del total	4,016.06	m ³ /ha

Cuadro 7. Datos estadísticos generales para la totalidad del área inventariada.

Como se puede observar en este cuadro, se realizó un muestreo total con una intensidad de 1.64%, lo cual dado la extensión de la finca resulta ser un porcentaje bastante aceptable estadísticamente. Esto se puede ver comprobado por el error de muestreo (mostrado en porcentaje), que es de un 13.04%, lo cual es menor de un 15% que es el mínimo aceptable para coníferas (INAB 1999).

Estrato	Área total del estrato (ha)	Porcentaje del total	Densidad (árboles/estrato)	Volumen total (m ³ /estrato)	Área basal total (m ² /estrato)
I	91	18.4	37,219	45,554.60	2,769.13
II	41	8.3	6,111	4,187.48	425.32
III	82.5	16.7	17,655	6,218.85	825.00
V	62	12.5	7,866	7,270.74	666.50
VII	107	21.6	28,676	14,472.82	1,684.18
VIII	61	12.4	4,705	12,462.91	1,007.72
X	50	10.1	15,330	7,086.50	556.00
Total	494.5	100.0	117,562	97,253.9	7,933.85

Cuadro 8. Datos forestales agrupados por estratos.

Algunos estratos como el V, VII y VIII están conformados mayoritariamente por coníferas, en específico dos especies de Pino: *Pinus maximinoii* y *P. tecunumani*. Aunque existen asociaciones con Encino (*Quercus* spp.) y Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), sus proporciones son relativamente mucho menores por lo que serán obviadas en el estudio. La razón primordial de esto es que el presente pretende ser un estudio que lleve a la productividad del área, por lo que el análisis se basa en las especies comerciales (en este caso las dos de Pino).

7.2.1 Estimación de la corta permisible para las áreas de manejo forestal.

La estimación de la CAP se hará con base en una regulación de corta por volumen, debido a la estructura heterogénea de los rodales, es decir tratando de homogeneizar la

cosecha anual entre los estratos en los que se maneja el bosque natural. Se utiliza este criterio debido a la gran variación en la estructura de los distintos estratos a aprovechar.

$$\text{CAP} = \frac{V_{\text{total}}}{R/2}$$

V_{total} = volumen total en los estratos
 R = edad de rotación (años)

$$\text{CAP} = 2,700 \text{ m}^3/\text{año}$$

El dato obtenido para la totalidad del área incluida en los cuatro estratos destinados a manejo forestal (III, V, VII y VIII) coincide aproximadamente con la demanda del aserradero de la finca, por lo que es el punto de partida sobre el cual se tomaron las decisiones silviculturales (tratamientos) en los cuatro estratos ya mencionados.

7.2.2 Dinámica poblacional de los estratos.

Se discutió la dinámica poblacional de los distintos estratos muestreados, es decir, aquellos estratos con bosque natural. No se toman en cuenta los estratos que se encuentran formados por plantaciones, ya que las plantaciones no presentan variaciones en su estructura, se tomaron como bosques jóvenes coetáneos.

7.2.2.1 Estrato I

El estrato I consiste en un bosque predominantemente latifoliado de 91 hectáreas, con una composición florística muy variada. El bosque es denso, con un dosel superior bastante cerrado, así como un sotobosque rico en especies arbustivas y helechos. Está dominado por especies como el Encino (*Quercus purulhana*), y el Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*). Pero también se destacan especies características de la región y de alto valor ecológico como el Aguacatillo (*Nectandra saguinea*). Aunque posee algunos ejemplares de Pino (en su mayoría *Pinus tecunumani*), estos se encuentran dispersos y no constituyen masas forestales determinantes en la composición del bosque, además no se encuentran distribuidos adecuadamente en clases diamétricas como para generar ciclos de corta viables.

Especie	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m³/ha)	Área basal/ha (m²/ha)
<i>Pinus tecunumani</i>	26.83	20.68	57	41.08	4.22
<i>Liquidambar styraciflua</i>	17.04	15.49	63	23.42	1.58
<i>Quercus purulhana</i>	43.70	26.16	55	185.68	10.69
Otras latifoliadas	27.18	21.53	234	250.42	14.01
TOTAL	28.68	20.96	409	500.6	30.5

Cuadro 9. Resumen del inventario para el Estrato I (Bosque Latifoliado Denso).

Como se puede concluir de este cuadro, el dosel superior lo dominan el Encino y las otras Latifoliadas, mientras que el Pino se encuentra en codominancia y el Liquidámbar se encuentra en el dosel medio. En cuanto a la dominancia según el área basal, se encuentra al Encino después del conjunto de especies Latifoliadas encontradas.

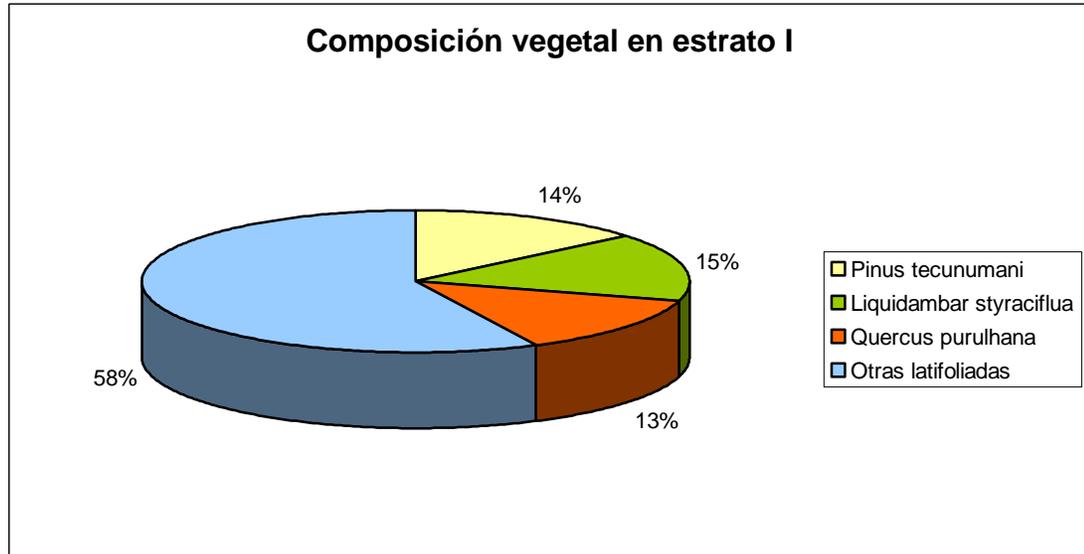


Gráfico 1. Porcentajes según la frecuencia (árboles/ha) de los principales grupos de especies del estrato I.

Como se puede observar en el Gráfico 1, la distribución de otras latifoliadas, que incluyen especies como: *Persea donell-smithi*, *Alchornea latifolia*, *Nectandra sanguínea*, *Clethra johnstoni*, es dominante sobre las especies de Pino, Encino y Liquidámbar. Aun así, estas tres especies presentan porcentajes considerables en la composición del bosque.

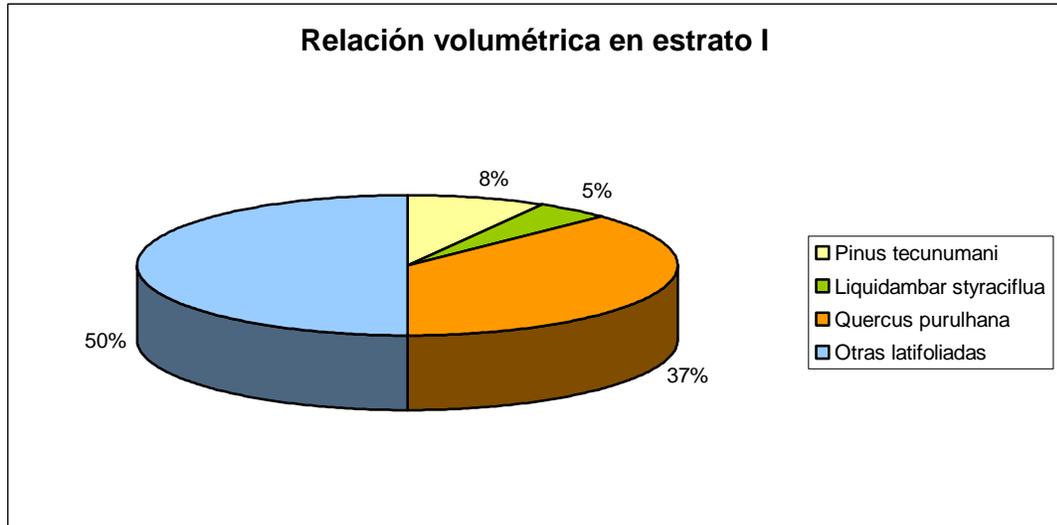


Gráfico 2. Relación entre los volúmenes de los principales grupos de especies encontrados en el estrato I.

El Gráfico 2 muestra la relación en los volúmenes, de lo que se puede concluir que aparte del conjunto de especies denominadas como “otras latifoliadas”, el Encino es una especie que presenta dominancia en el bosque, ya que representa el 37% del volumen encontrado.

En el estrato I hay una alta diversidad florística tanto en los doseles superiores como en el sotobosque y en plantas epífitas. Se puede decir que el Encino es dominante, ya que aunque se encuentra relativamente disperso en el bosque (55 árboles/ha), ocupa el dosel superior y cuenta con valores altos de área basal y volumen. El Pino y el Liquidambar son otras especies que tienen importancia individual, ya que ocupan los doseles dominante y codominante. Sin embargo, este bosque está dominado numéricamente por especies Latifoliadas como el Aguacatillo, Pimientillo, Pata de chunto, Guayabillo, etc., muchas de las cuales son de gran importancia ecológica (p. ej. El Aguacatillo produce un fruto que es alimento para el Quetzal). Una característica relevante de este estrato, aparte de su composición vegetal, es la pendiente. El estrato I posee pendientes de entre 15-55%, lo cual hace que el suelo no sea apto para aprovechamientos intensivos.

7.2.2.2 Estrato II:

El estrato II está constituido por un bosque de Pino (*P. maximinoii*) de 41 hectáreas, que se encuentra en una situación de pendientes muy agudas (> 50%), y que además se encuentran varios nacimientos de agua dentro de esta área.

Especie	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m³/ha)	Área basal/ha (m²/ha)
<i>Pinus maximinoii</i>	30.68	23.03	99	67.5	6.86

Cuadro 10. Resumen del inventario para el Estrato II (Bosque Conífero Ralo).

Como se puede observar en estos datos, el diámetro y la altura total nos demuestran que es un estrato que se encuentra maduro, sin embargo, al observar la densidad, el volumen y el área basal, nos damos cuenta que es un estrato disperso en su conformación.

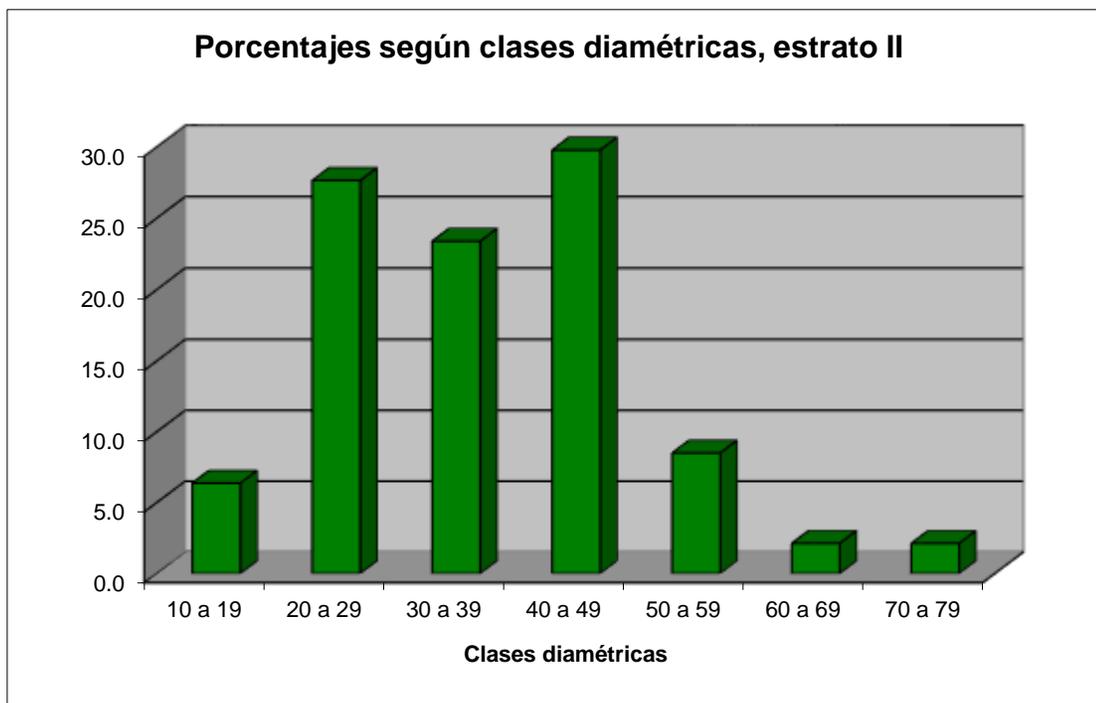


Gráfico 3. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato II.

El Gráfico 3 muestra la distribución en porcentaje de frecuencias según las clases diamétricas encontradas. Lo que se puede observar es que hay una mayor acumulación en el rango de 20 a 49 cm, mientras que la clase diamétrica de 10-19 que representa la regeneración natural, tiene un porcentaje demasiado bajo.

El estrato II se encuentra conformado por un bosque casi exclusivamente de Pino. Según los datos del inventario, es un bosque disperso con bajos volúmenes y área basal. En el Gráfico 3 se puede observar que la distribución de frecuencias por clases diamétricas agrupa una mayoría de individuos en las clases inferiores, aunque se nota una falta de continuidad en la clase 10-19 cm lo cual puede indicar que no está existiendo una regeneración natural adecuada. Entre otros aspectos a tomar en cuenta en el estrato II se encuentran las pendientes y los nacimientos de agua. El estrato II posee pendientes elevadas (>55%), lo cual lo hace no apto para aprovechamientos madereros intensivos. La segunda característica lo coloca en cabecera de microcuenca, lo cual le da importancia ecológica y social.

7.2.2.3 Estrato III:

El estrato III está constituido por un bosque de Pino de 82.5 hectáreas, que se encuentra bastante abierto. En la estructura del bosque predominan los diámetros menores a 30 cm, sin embargo, la edad del bosque sobrepasa los 45 años, por lo que se considera que es un bosque maduro.

Especie	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m ³ /ha)	Área basal/ha (m ² /ha)	Incremento (m ³ /ha/año)
<i>Pinus maximinoii</i>	22.73	19.05	215	75.38	10.00	3.8

Cuadro 11. Resumen del inventario para el Estrato III (Bosque Conífero Denso).

Aunque existe un buen número de árboles por hectárea, estos son de diámetros bajo y representan poco volumen. Se puede observar también en el área basal que tiene un valor bastante bajo al compararlo con la frecuencia encontrada.

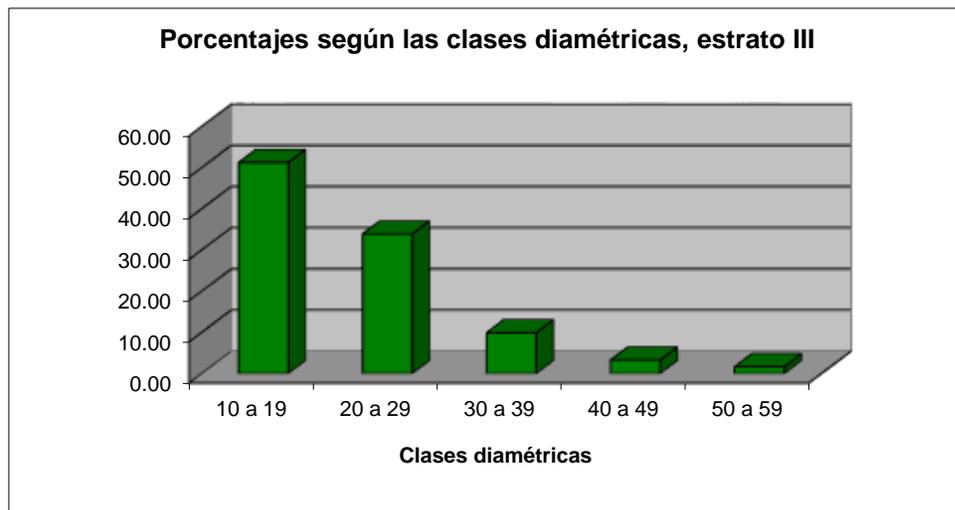


Gráfico 4. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato III.

El Gráfico 4 muestra la distribución en clases diamétricas del estrato III, el cual, como se puede observar no tiene altas frecuencias en clases diamétricas mayores a 30

cm. Esto nos indica un subdesarrollo del bosque, que en su mayoría fue causado por incendios forestales anuales.

El estrato III es un bosque casi exclusivamente de Pino. De acuerdo a los datos obtenidos del inventario, posee una alta densidad de individuos (215 árboles/ha). A pesar de la alta densidad del bosque el volumen es bajo (75.4 m³/ha), así como el área basal (10 m²/ha), lo cual indica que se trata de árboles de diámetros bajos, tal y como se puede observar en el Gráfico 4. Sin embargo, esto no indica que se trate de un bosque joven, sino más bien de un bosque maduro que no ha crecido debido a condiciones de sitio y constantes incendios en el área. Su condición de pendientes es media (16-32 %), lo cual lo hace apto para algún tipo de manejo forestal sostenible.

7.2.2.4 Estrato V

El estrato V está compuesto por un bosque de Pino ralo de 62 hectáreas. La especie dominante es *P. maximinoii*, aunque posee algunos ejemplares de Encino (*Quercus* spp.), estos no llegan a representar un volumen o área basal significativa como para ser tomado en cuenta.

Espece	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m ³ /ha)	Área basal/ha (m ² /ha)	Incremento (m ³ /ha/año)
<i>Pinus maximinoii</i>	31.71	30	127	117.27	10.74	4.0

Cuadro 12. Resumen del inventario para el Estrato V (Bosque Conífero Ralo).

En el caso del estrato V, como se puede observar, la densidad es baja, lo que produce un bajo volumen. Esto se puede apreciar también observando el DAP promedio, lo cual indica que el crecimiento de este bosque no ha sido ideal.

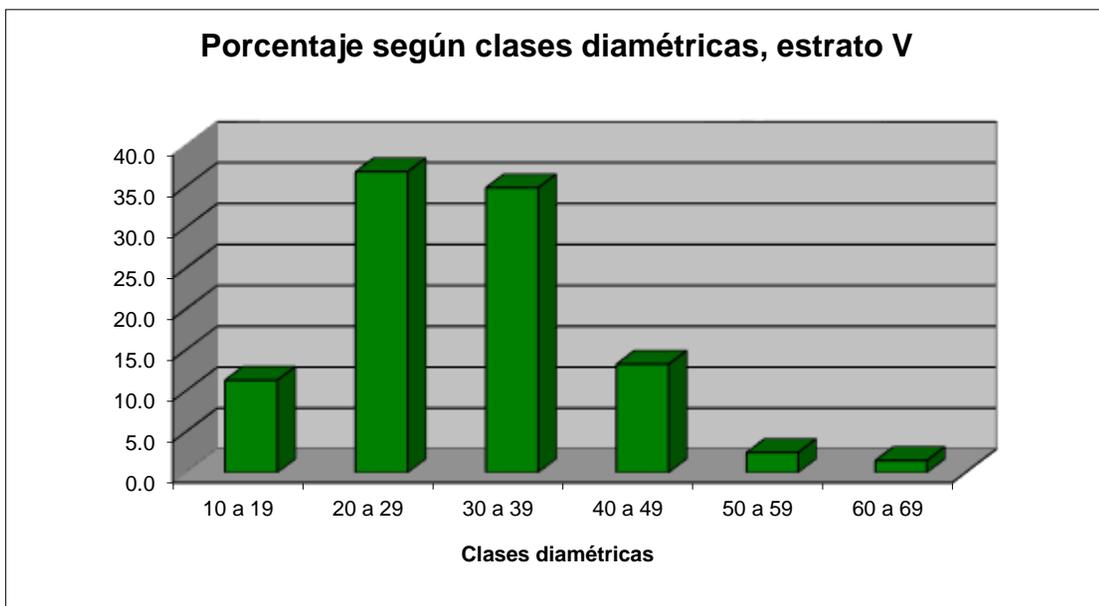


Gráfico 5. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato V.

En el Gráfico 5 se puede observar la distribución de la masa forestal en el estrato V según las clases diamétricas. La mayoría se localiza en los rangos de 20-29 y 30-39 cm, lo cual concuerda con el DAP promedio que es de 31.71 cm. Vemos un porcentaje muy bajo en la clase 10-19, lo cual preocupa, ya que no está teniendo una regeneración adecuada el bosque. Además, es notable la no existencia de clases diamétricas mayores a 70 cm, lo cual indica que probablemente se trate de un bosque “descremado”, es decir previamente aprovechado sólo los árboles de grandes diámetros.

Analizando el estrato V nos damos cuenta de que tiene características muy parecidas al estrato III. Ya que se trata de un bosque mayoritariamente de Pino con una relativa buena densidad (127 árboles/ha), pero que no contiene árboles de grandes diámetros (ver Gráfico 5). El volumen es bajo (117 m³/ha), así como el área basal (10.74 m²/ha), lo cual es explicado al ver el DAP promedio (31 cm). En cuanto a pendientes varía en un amplio rango (de 8 a 55 %), pero se considera la mayoría del área como apta para la producción forestal. Existe dentro del estrato algunas áreas con problemas de pedregosidad, lo cual puede ser limitante al manejo forestal. Estas áreas con alta pedregosidad no son suficientemente grandes como para poder separarlas del

estrato como rodales aislados, por lo que se dejaron dentro del estrato a sabiendas que debe dárseles un tratamiento distinto en el manejo forestal.

7.2.2.5 Estrato VII:

El estrato VII está compuesto por un bosque de Pino denso que abarca aproximadamente 107 hectáreas. En su composición existe una asociación con Encino y Liquidámbar, pero en cantidades no significativas como para incluirlas en los resultados.

Espece	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m ³ /ha)	Área basal/ha (m ² /ha)	Incremento (m ³ /ha/año)
<i>P. maximinoii</i> y <i>P. tecunumani</i>	24.8	20	268	135.26	15.74	4.9

Cuadro 13. Resumen del inventario para el Estrato VII (Bosque Conífero Denso).

En este estrato se encuentra una alta densidad de árboles, pero la mayoría son jóvenes, por lo que se encuentran diámetros pequeños en su mayoría, como lo indican los datos del cuadro anterior.

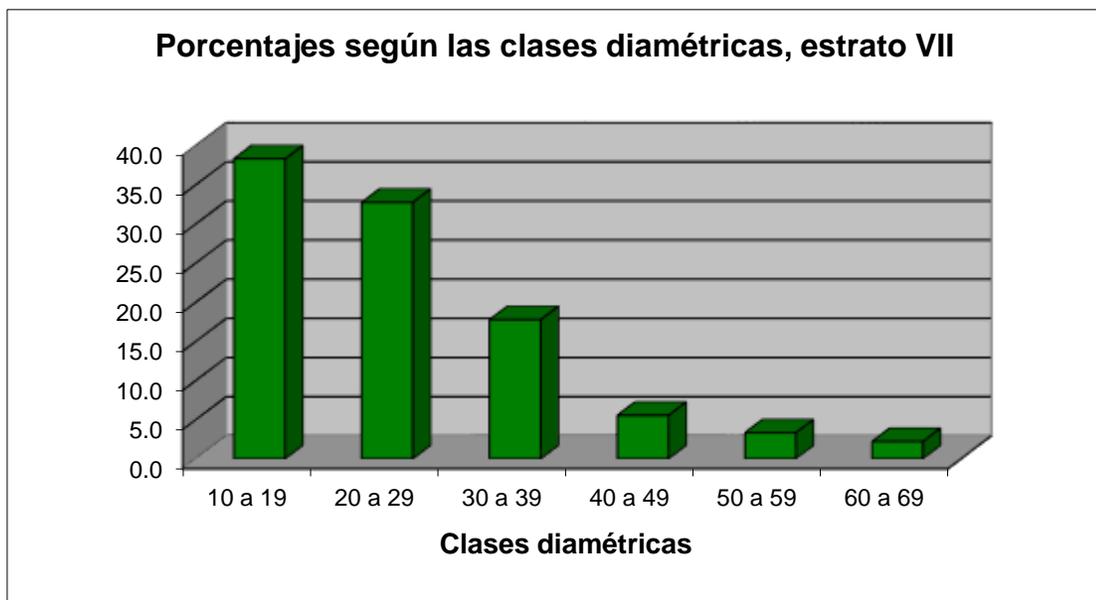


Gráfico 6. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato VII.

En el Gráfico 6 se muestra la distribución por clases diamétricas en el estrato VII. Es posible observar la forma de “J” invertida que indica un buen desarrollo de las clases menores, o sea una buena regeneración natural, mientras que las frecuencias van disminuyendo a medida que se incrementa la clase diamétrica.

El estrato VII está formado por asociaciones de Pino con Encino y Liquidámbar, pero éstas últimas dos especies no se tomaron en cuenta por su baja densidad y dominancia en el bosque, y por no interferir con los datos del inventario ya que está enfocado a ser productivo. Según los datos obtenidos del inventario este estrato cuenta con una densidad de aproximadamente 268 árboles/ha, lo cual es una alta cantidad de árboles. Al darnos cuenta de la distribución en clases diamétricas (Gráfico 6), observamos una composición que se asemeja mucho a la de un bosque “normal”, lo cual nos lleva a plantear éste estrato en particular como un candidato ideal para el manejo forestal. Su situación de pendientes permite además realizar tales actividades, ya que se encuentra en un rango de entre 0 a 32 % de pendiente. Otros datos arrojados por el inventario nos demuestran que es un bosque relativamente joven (30 años) con un DAP promedio de 25 cm.

7.2.2.6 Estrato VIII:

El estrato VIII está compuesto por un bosque de Pino denso de 61 hectáreas. En su composición existen asociaciones con Encino y Liquidámbar, sin embargo, éstas no se consideran ya que el estudio es sobre especies comerciales.

Especie	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m ³ /ha)	Área basal/ha (m ² /ha)	Incremento (m ³ /ha/año)
<i>P. maximinoii</i> y <i>P. tecunumani</i>	46.2	28.6	77	204.31	16.52	4.4

Cuadro 14. Resumen del inventario para el Estrato VIII (Bosque Conífero Ralo).

En el Cuadro 14 se puede apreciar que en el estrato VIII existe una baja cantidad de árboles por hectárea, mientras que los que están son árboles grandes (indicado por el DAP medio y Altura media), esto permite que exista un alto volumen y área basal por hectárea.

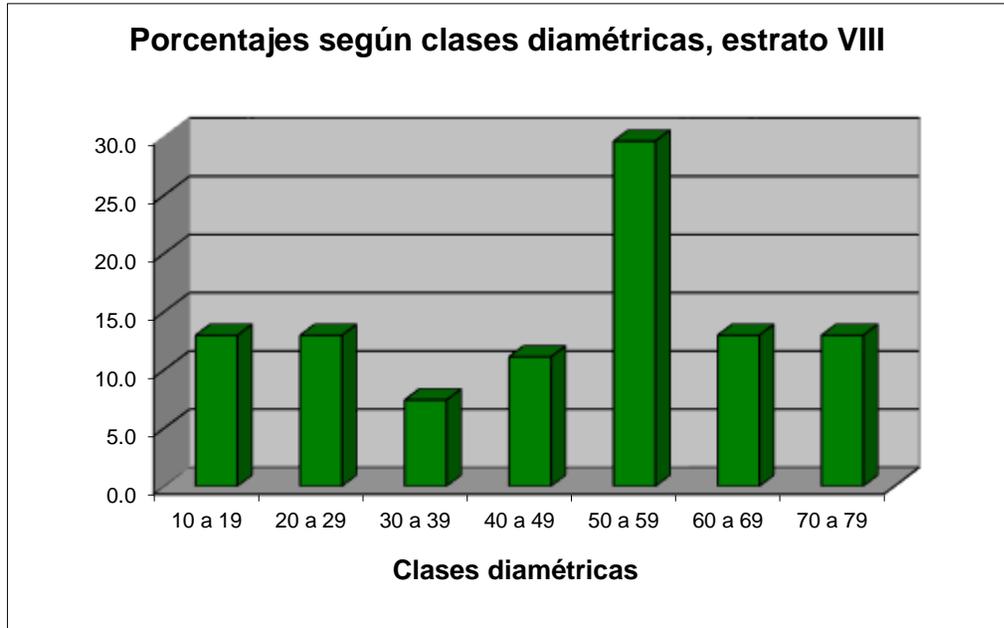


Gráfico 7. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato VII.

Como se puede observar en el Gráfico 7, existe una conformación peculiar en las frecuencias en este estrato. Se observa una predominancia en la clase 50-59, y casi uniformidad en el resto de clases diamétricas. Esto denota que existe un buen grupo de árboles maduros y sobremaduros aún restantes en el bosque, que probablemente no permitan una adecuada regeneración de las clases menores.

El estrato VIII se encuentra en una asociación de Pino como especie dominante, con Encino y Liquidámbar. Una vez más los datos de las especies no comerciales se han obviado para no entorpecer la visión productiva del área, tomando en cuenta que sus densidades, así como su dominancia no son significativas. Como podemos observar en el Cuadro 14, la densidad de individuos en este estrato es bastante baja (77 árboles/ha). Al observar el Gráfico 7 que ilustra los porcentajes de frecuencias en clases diamétricas, se puede notar que éste es un estrato donde se encuentran árboles de gran tamaño así como también de clases menores en casi idéntica proporción. Esto nos lleva a pensar que es un bosque maduro (>50 años) que tiene una relativamente buena regeneración natural. La situación de pendientes en este rodal es bastante variada, ya que varía en un rango de 0 a >55 %, esto no impide que el estrato permanezca, ya que la masa boscosa es bastante homogénea en su conformación.

7.2.2.7 Estrato X:

El estrato X consiste en un bosque predominantemente latifoliado de aproximadamente 50 hectáreas, con una composición florística muy variada, dominada por especies latifoliadas, como las mencionadas anteriormente para el estrato I. Sin embargo, a diferencia del estrato I, la composición cambia, ya que en este estrato la dominancia de las “otras latifoliadas” es mucho mayor, además de no haberse encontrado asociación con ninguna especie de Encino.

Especie	DAP medio (cm)	Altura media (m)	Densidad (árboles/ha)	Volumen/ha (m³/ha)	Área basal/ha (m²/ha)
<i>Pinus spp.</i>	47.01	29.8	30	60.03	5.44
<i>Liquidambar styraciflua</i>	19.73	14.08	47	19.74	1.66
Otras latifoliadas	14.96	14.77	230	61.96	4.22
TOTAL	27.23	19.55	307	141.46	11.32

Cuadro 15. Resumen del inventario para el Estrato I (Bosque Latifoliado Denso).

Como se puede apreciar en este cuadro, el Pino ocupa el dosel superior del bosque, mientras que el Liquidámbar junto con el resto de latifoliadas constituyen el dosel codominante y medio. Se ve una gran dominancia ecológica por parte del Pino (sugerida por el área basal), así como en volumen.

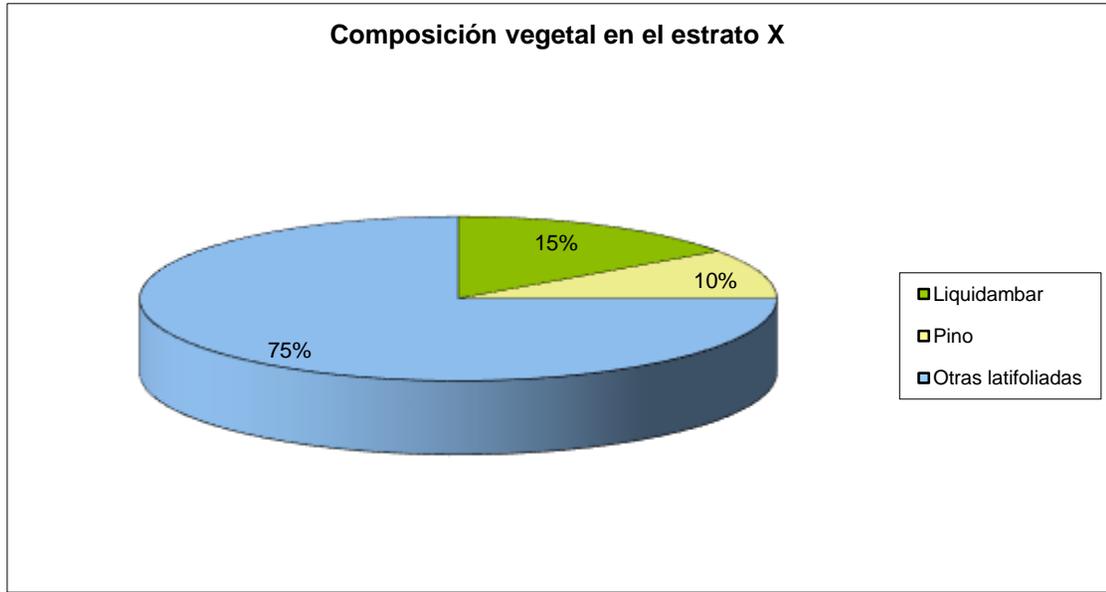


Gráfico 8. Porcentajes según la frecuencia (árboles/ha) de los principales grupos de especies del estrato X.

En el Gráfico 8 se puede ver la composición florística, ampliamente dominada por especies latifoliadas. Existe una fuerte presencia de Liquidámbar y aún hay una cantidad significativa de Pino en el área.



Gráfico 9. Relación entre los volúmenes de los principales grupos de especies encontrados en el estrato X.

En el Gráfico 9 se presenta la relación en volúmenes entre los grupos principales de especies. Cabe destacar que el Pino tiene un porcentaje tan grande como el del resto de especies (unas seis aproximadamente), lo cual indica que aunque existan pocos árboles, son de gran tamaño y tienen una dominancia en el bosque.

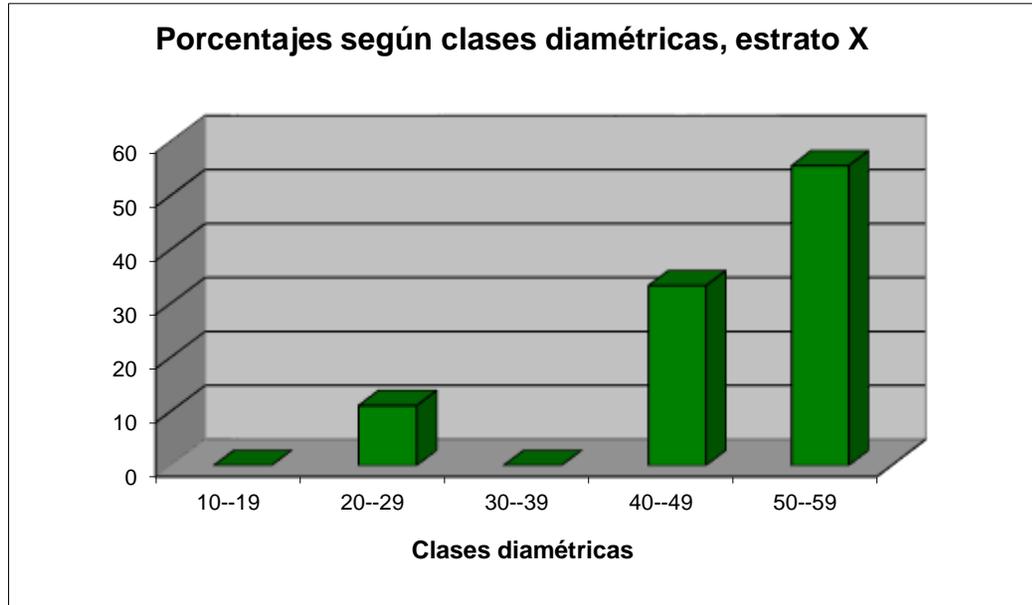


Gráfico 10. Frecuencia según las clases diamétricas encontradas para el Pino en el estrato X.

En el Gráfico se puede observar la conformación en cuanto a las clases diamétricas para el Pino encontrado en el estrato X. Las clases menores a 40 cm están prácticamente inexistentes, mientras que las que dominan son las del intervalo 40-59 cm. Esto indica una masa forestal remanente de Pino que no se ha regenerado adecuadamente.

Como se puede observar el estrato X, está conformado por más de siete especies latifoliadas dominantes, así como de un pequeño grupo de árboles remanentes de Pino. Las especies latifoliadas son dominantes en cuanto a distribución y frecuencia (ver Gráfico 8), mientras que el pino presenta una dominancia en cuanto a volúmenes debido al tamaño de los pocos ejemplares que presenta (ver Gráfico 9). Existe gran valor ecológico en la diversidad de especies representadas en este estrato, al igual que el estrato I, con el cual comparte la mayoría de especies con distribuciones un poco distintas. En cuanto a pendientes, contiene las categorías más altas, en el rango de 32 a >55 %, lo cual tiende a hacerlo poco apto para el desarrollo de algún tipo de manejo silvicultural productivo.

VIII. PROPUESTA DE MANEJO

8.1 Análisis de los resultados del inventario forestal

8.1.1 Validez de los resultados.

El error de muestreo del volumen fue bastante bajo (13.04%), comparado con el 15% recomendado para coníferas y el 20% recomendado para Latifoliadas (INAB 1999). Esto se dio debido a que se tuvo una intensidad de muestreo relativamente alta (1.64%) para el área que fue sujeta de estudio. El propósito principal del inventario fue el de estimar volumen de especies comerciales, que en este caso están representadas por dos especies de Pino (*P. maximinoii* y *P. tecunumani*). Por lo tanto, se considera que los datos del inventario cumplen eficazmente su función de caracterizar la masa forestal existente en los distintos estratos muestreados.

8.2 Manejo de los estratos

8.2.1 Estratos I, II y X: Conservación de bosque natural.

En el caso de los estratos I y X se trata de bosque latifoliados de alta diversidad de especies vegetales y animales, las cuales poseen un gran valor ecológico. Además, se encuentran en un área de especial interés, ya que el estrato I colinda en parte de su borde noroeste con el Biotopo del Quetzal, el cual es un área de conservación reconocida especialmente por su protección al hábitat del Quetzal (*Pharomacrus moccino*). Ambos estratos, aunque separados, comparten las mismas especies de vegetación dominante, aunque en distintas proporciones. Dado que su situación de pendientes es la más aguda entre los estratos, no se consideran áreas aptas para el manejo forestal. Esto está aunado a que ninguno de estos estratos posee volúmenes significativos de especies comerciales. En resumen, el caso de estos dos estratos es muy similar en cuanto a biodiversidad, composición florística y topografía, además de no contar con masas forestales potencialmente productivas; por lo que se destinarán a la conservación de la vida silvestre.

El estrato II es un caso especial, ya que este es un bosque de Pino que si cuenta con volúmenes maderables. Sin embargo, hay dos factores que hacen llegar a una decisión que involucra la preservación del área como está. El primero es que es una zona de nacimientos de agua, éste es un factor que afecta tanto social como ecológicamente, ya que existen poblaciones cercanas a la finca que dependen en algún modo de los recursos hídricos que se hacen disponibles en estas zonas boscosas. También es de interés ecológico ya que los ríos y riachuelos que emanan de esta área son afluentes de ríos mayores, en especial del Río Las Flautas. El segundo factor que es de gran importancia es el grado de pendientes que tiene el estrato, lo cual hace que el suelo sea muy susceptible a la erosión. Con base en lo anteriormente planteado se ha determinado ésta como una zona de protección especial de nacimientos de agua.

8.2.2 Estratos III, V, VII y VIII: Manejo forestal sostenible.

El conjunto de estos cuatro estratos formará el área productiva de la finca, a la cual se unirán las áreas de plantaciones cuando lleguen a su edad de corta final. Entre los cuatro estratos comprenden un área de 312 hectáreas. Existen diferencias significativas en las estructuras boscosas entre los estratos, por lo que cada estrato se tomará por separado y finalmente se interconectarán los tratamientos aplicados para que tengan una continuidad y secuencia lógica. Se ha estimado que la Corta Anual Permissible en total para los cuatro estratos es de 2,700 m³/año. Este dato será la base para plantear los tratamientos a realizar en los estratos individuales.

8.2.2.1 Estrato III:

El estrato III consiste en 82.5 hectáreas de bosque de Pino con un volumen total de 6,218.85 m³. Se debe considerar la estructura de este estrato, que posee una densidad alta pero volumen bajo, debido principalmente a un subdesarrollo de la masa forestal. Este subdesarrollo pudo haber sido causado por los incendios que ocurren continuamente en el área, y una intervención humana en forma de aprovechamiento selectivo. Aunque presenta en su mayoría diámetros menores a 50 cm, se recomienda que el tratamiento a seguir en este estrato sea el de Tala Rasa por cuarteles de corta. Es decir distribuir el área para que anualmente se pueda aprovechar el volumen que la Corta Anual Permissible, calculada para los cuatro estratos de manejo, se pueda realizar en turnos. Dado que se tiene el volumen total del estrato, se divide entre el valor

obtenido para la CAP (2,700 m³/año). El resultado da 2.3 cuarteles de corta en el área del estrato III. Sin embargo este dato no es exacto, ya que se debe de tomar en cuenta el incremento del bosque y el tiempo en que se aprovechará. En este estrato se encontró un incremento de 3.8 m³/ha/año, lo cual equivale a un incremento anual del estrato de 313.5 m³/año.

8.2.2.2 Estrato V

Consta de 62 hectáreas de bosque de Pino con una densidad baja, y un volumen total de 7,270.74 m³. De acuerdo a su distribución en clases diamétricas, éste es un rodal que si cuenta con ejemplares de mayor tamaño, aunque no cuenta con una regeneración adecuada. Por lo que se propone que el tratamiento que se efectúe en este estrato se de Tala Rasa por cuarteles de corta, de acuerdo a la CAP obtenida para toda el área de manejo. De acuerdo estos parámetros, el estrato deberá ser dividido en 2.7 cuarteles de corta. Tomando en cuenta el incremento del estrato de 4.0 m³/ha/año, y a la edad (45 años) se puede decir que es un incremento muy bajo para que se pueda realizar otro tipo de manejo. El tratamiento de Tala Rasa se permitirá una ordenación del bosque en el largo plazo, teniendo menor cantidad de bosques degradados, una mejor distribución de clases diamétricas, favoreciendo la producción y las actividades de manejo al futuro. El diseño de la plantación se hará en función de proteger el suelo contra la erosión.

8.2.2.3 Estrato VII

Este estrato comprende unas 107 hectáreas de bosque mayoritariamente de Pino, con una alta densidad y distribución cercana a la de un bosque "normal". Se puede decir que entre los estratos encontrados, éste es el que mejor se encuentra conformado en su estructura y regeneración natural. El volumen total del estrato es de 14,472.82 m³, además cuenta con un incremento relativamente alto con respecto a los demás estratos encontrados (4.9 m³/ha/año). Estos datos lo hacen un bosque ideal para un tipo de manejo de corta selectiva. Es decir que se manejará como un bosque en crecimiento al que se le aprovecharán los árboles mayores a un diámetro mínimo de corta. El DMC de este estrato será definido en función de su distribución en clases diamétricas (gráfico 6), en el cual se puede apreciar una baja en las frecuencias de los diámetros mayores a 40 cm. Entonces se establecerá que el DMC para este estrato es de 40 cm, lo que nos da un volumen actual aprovechable de aproximadamente 1,600

m³/estrato. Aunque este volumen no sea tan alto, el manejo adecuado de este estrato llevará a una producción sostenida mucho mayor al mediano y largo plazo.

8.2.2.4 Estrato VIII:

Este estrato comprende 61 hectáreas de bosque natural de Pino, con un volumen total del estrato de 12,462.91 m³ y un incremento de 4.4 m³/ha/año. La composición de este estrato es bastante particular, ya que cuenta con una baja densidad de árboles por hectárea, pero un volumen bastante alto, lo que indica la presencia de árboles de grandes diámetros. En esta estructura del bosque (Gráfico 7) puede apreciarse que además de tener una buena cantidad de árboles grandes, existe un número considerable de árboles en las clases bajas, por lo que se deduce que el estrato posee una buena regeneración. Basándose en esto, se recomendará para este estrato que se maneje una corta de liberación de las clases suprimidas para fomentar el mayor incremento volumétrico del bosque y una mayor regeneración natural. Al ubicarse en las clases diamétricas de este estrato se nota que el diámetro mínimo de corta ideal para una corta selectiva de liberación será el de 50 cm, lo cual permite aprovechar un volumen actual de 6,979 m³/estrato. Este estrato presenta una mayor urgencia en el tratamiento debido a que los árboles mayores impiden el desarrollo adecuado de las clases bajas y la regeneración natural. Al dividir el volumen aprovechable actual dentro de la CAP, nos da el valor de 2.6. Éste será el número de cuarteles de corta que se apliquen a este estrato.

IX. CONCLUSIONES

- Se obtuvo diez estratos después de haber realizado la fotointerpretación y el reconocimiento de campo.
- Los estratos se separaron tomando en cuenta variables como tipo de bosque y densidad.
- Se manejará un área total de bosques naturales de 494.5 hectáreas.
- Se obtuvo un volumen total de todos los estratos con bosque natural de 97,253.9 m³.
- Se propone el manejo de tres estratos (I, II y X) como manejo de conservación de bosque natural.
- El estrato I y X se manejarán como bosques de protección debido a que no poseen volúmenes comerciales y tienen un alto grado de biodiversidad.
- El estrato II se manejará como bosque de protección debido a que es un bosque protector de nacimientos de agua y a que posee pendientes muy pronunciadas para poder hacer intervención forestal.
- Se propone el manejo de cuatro estratos (III, V, VII y VIII) como producción maderera sostenible.
- Se calculó una Corta Anual Permisible para todos los estratos de manejo de producción, que tuvo como resultado un valor de 2,700 m³/año.
- Los estratos III y V se propone manejarlos mediante el método de Tala Rasa por cuarteles de corta, debido a que no poseen una buena conformación y es necesaria su renovación mediante métodos artificiales.
- Los estratos VII y VIII se propone manejarlos mediante corta selectiva de árboles que superen un diámetro mínimo de corta (de >40 cm en el VII y de >50 cm en el VIII), debido a que poseen una buena regeneración natural y de esta manera se logrará una producción sostenida.

X. RECOMENDACIONES

- Debido a que éste es un estudio preliminar a elaborar un plan o planes de manejo específicos, se recomienda añadir datos al inventario para obtener mayor exactitud en la descripción de la masa forestal.
- Es recomendable que se realicen estudios para valorizar los recursos hídricos aportados por los bosques, tanto naturales como artificiales, que se manejan en la finca.
- Se recomienda hacer estudios sobre la biodiversidad tanto en los bosques latifoliados como en los coníferos, ya que existen gran variedad de especies que pueden tener valor ecológico o económico.
- Dado que el objeto de este estudio es la crítica del mismo, se recomienda que al hacer nuevos estudios sobre el área se comparen y discutan con la información que se ha puesto en este trabajo.
- Se recomienda profundizar en el manejo del *P. tecunumani* en especial con respecto a su reproducción, mediante la selección de individuos para llegar a formar rodales semilleros.

XI. Bibliografía

- Daniel, T., J. Helms y F. Backer. 1982. *Principios de Silvicultura*. Primera edición en español. Mc Graw-Hill, México D. F. 356 pp.
- Davis, K. 1966. *Forest management: regulation and valuation*. Segunda edición. McGraw-Hill, New York. 519 pp.
- Instituto Nacional de Bosques. 1999. *Manual Técnico Forestal*. Instituto Nacional de Bosques. Ed. Guatemala. 110 pp.
- Instituto Nacional de Bosques. 2001. *Manual para la elaboración de planes de manejo forestal en bosques de coníferas (modelo centroamericano)*. Ed. PROCAFOR, Guatemala. 264 pp.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Berlin. 335 pp.
- McNeely, J. 1988. *Economics and Biological Diversity*. St. Mary's Press, McGregor and Werner, Inc., Washington D. C. 236pp.
- Pearce, D. & R. Turner. 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. The John Hopkins University Press, Baltimore. 373 pp.
- Stoddard, C. 1978. *Essential of forestry practice*. Tercera edición. John Wiley & Sons, New York. 387 pp.
- Wadsworth, F. 1997. *Forest Production for Tropical America*. United States Department of Agriculture, Washington D. C. 563 pp.
- Wenger, K. 1983. *Forestry Handbook*. Segunda edición. John Wiley & Sons, New York. 1335 pp.

Zobel, B. & J. Talbert. 1988. *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Noriega editores, México D. F. 545 pp.

Páginas web:

Instituto Nacional de Bosques, Guatemala: www.inab.gob.gt

FAOSTAT homepage: www.fao.org

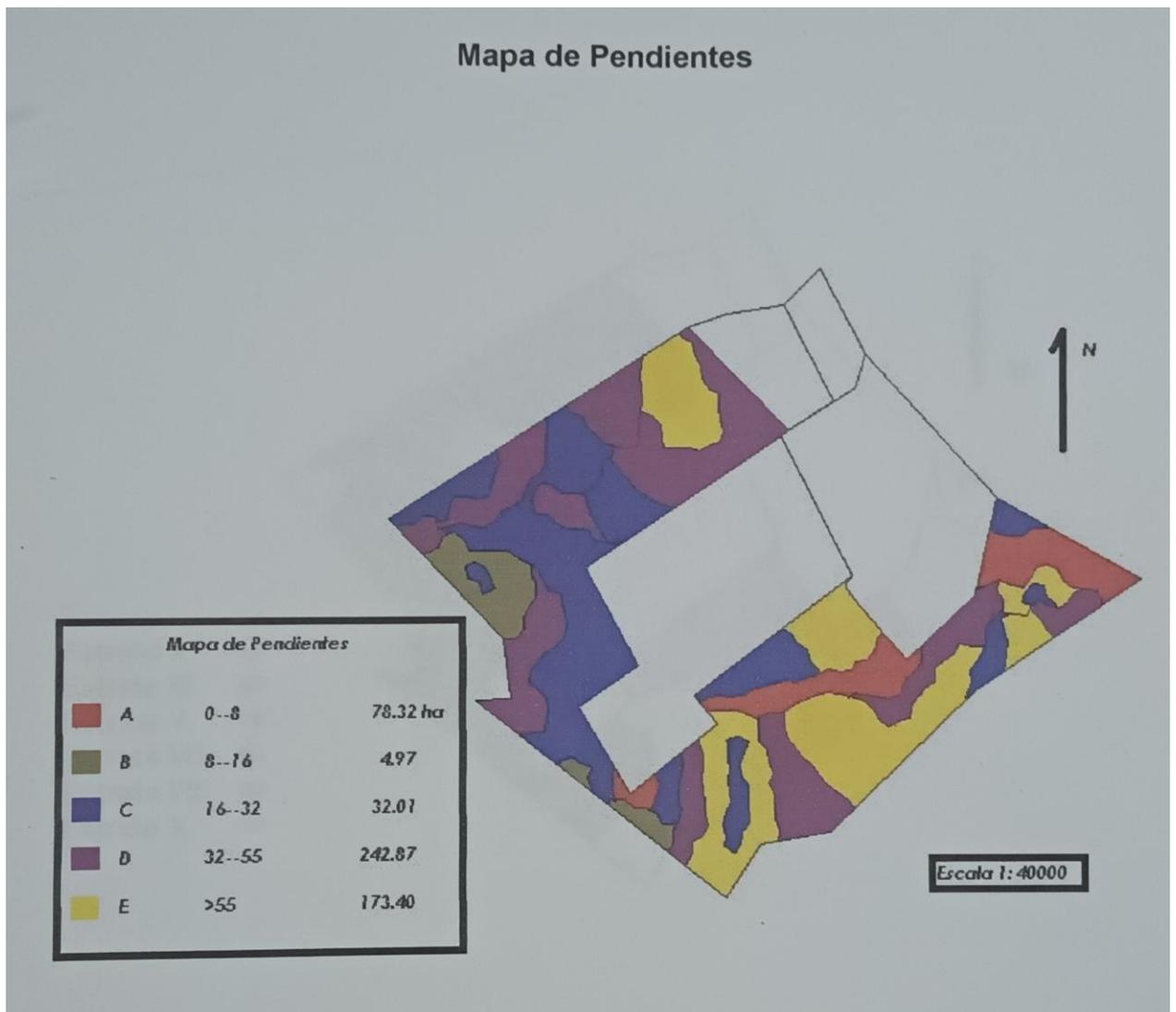
Private Forest Management Team: www.pfmt.org

United States Department of Agriculture: www.usda.gov

XII. ANEXOS

12.1 Mapas

12.1.1 Mapa de pendientes



12.1.2 Mapa de estratos

