

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Forestal

**Caracterización de las plantaciones de
Tectona grandis y *Gmelina arborea* establecidas con el
Programa de Incentivos Forestales (PINFOR)**

Guatemala
2003

**Caracterización de las plantaciones de
Tectona grandis y *Gmelina arborea* establecidas con el
Programa de Incentivos Forestales (PINFOR)**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Forestal

**Caracterización de las plantaciones de
Tectona grandis y *Gmelina arborea* establecidas con el
Programa de Incentivos Forestales (PINFOR)**

María Susana Alvarado Barrientos

Trabajo de graduación para optar
al grado académico de Ingeniera Forestal



Guatemala
2003

Vo.Bo.:

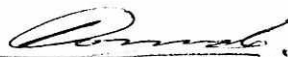


MSc. César Castañeda Salguero

Tribunal:



MSc. Oscar Nuñez Saravia



MSc. Luis Donado



MSc. César Castañeda Salguero

Fecha de aprobación: 30 de abril, 2003

PREFACIO

Para la realización de esta tesis obtuve apoyo financiero y técnico del Proyecto de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Bosques, INAB, el cual agradezco sinceramente, así como el apoyo y colaboración de la Ingeniera Alejandra Hernández y del Ingeniero Luis Donado.

También agradezco al personal de la Unidad de Fomento, al Ingeniero Gerónimo Pérez del departamento de Sistemas de Información Geográfica, por su amable colaboración; y a los técnicos de las sub-regiones del INAB por su apoyo logístico en las visitas a las plantaciones.

Por sus valiosas recomendaciones sobre la realización del estudio, le estoy agradecida a los Ingenieros Oscar Núñez Saravia y Julio López Payes; así como al Ingeniero César Castañeda por todo su apoyo durante mi carrera y especialmente para la elaboración de este estudio.

CONTENIDO

	Página
<u>PREFACIO</u>	<u>iii</u>
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	<u>vi</u>
<u>LISTA DE CUADROS</u>	<u>viii</u>
<u>RESUMEN</u>	<u>ix</u>
<u>CAPÍTULOS</u>	
<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>II. OBJETIVOS</u>	<u>3</u>
<u>III. REVISIÓN DE LITERATURA</u>	<u>4</u>
1. Conceptos sobre las plantaciones forestales	4
2. Criterios de sostenibilidad para plantaciones forestales	9
3. El programa de incentivos forestales de Guatemala (PINFOR)	13
4. Teca (<i>Tectona grandis</i>)	17
5. Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	20
6. Experiencias de las plantaciones de teca y melina en otros países	21
<u>IV. MÉTODOS</u>	<u>24</u>
1. Área de estudio	24
2. Recopilación de información	24
3. Análisis e interpretación	25
<u>V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u>	<u>27</u>
1. Plantaciones de teca (<i>Tectona grandis</i>)	27
2. Plantaciones de melina (<i>Gmelina arborea</i>)	43
3. Plantaciones estudiadas en perspectiva de los criterios de sostenibilidad	55
4. Principales problemas técnicos identificados	62
<u>VI. CONCLUSIONES</u>	<u>64</u>
<u>VII. RECOMENDACIONES</u>	<u>66</u>
<u>VIII. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>68</u>

	Página
<u>IX. APÉNDICE</u>	<u>71</u>
1. Mapa de ubicación de los proyectos de teca y melina según su tamaño	72
2. Mapa de ubicación de los proyectos de teca y melina según la calidad de sitio y zona de vida	73
3. Encuesta para los propietarios de plantaciones de teca y/o melina	74
4. Detalle por región administrativa del INAB de los resultados de la caracterización de las plantaciones	75
5. Propuesta para las evaluaciones anuales de los proyectos de PINFOR	80
6. Propuesta para el plan de manejo	82
7. Propuesta para el estudio de capacidad de uso de la tierra	83

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución geográfica del área total plantada con teca	27
2. Área plantada (en hectáreas) con teca por año	28
3. Número de proyectos de teca por año	29
4. Distribución del área plantada con teca, según el tipo de propietario del proyecto	30
5. Distribución del área plantada con teca, según la composición de especies	31
6. Distribución del número de proyectos con teca, según su objetivo principal	32
7. Distribución del área plantada con teca, según el uso anterior de la tierra	33
8. Distribución del número de proyectos de teca que cuentan con asesoría técnica o no	35
9. Distribución del número de proyectos de teca, según la fuente de semillas o plantas	36
10. Distribución del incremento medio anual en altura promedio de las plantaciones de teca	37
11. Comparación de la altura de promedio de las plantaciones de teca, según la zona de vida donde se encuentran localizadas	38
12. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de teca ubicadas dentro del bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	39
13. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de teca dentro del bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S(c))	40
14. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de teca ubicadas dentro de la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido (bh-S(c))	42
15. Distribución geográfica del área total plantada con melina	43
16. Área plantada (en hectáreas) con melina por año	44
17. Número de proyectos de melina por año	45
18. Distribución del área plantada con melina, según el tipo de propietario del proyecto	45
19. Distribución del área plantada con melina, según la composición de especies	46
20. Distribución del número de proyectos de melina, según su objetivo principal	47
21. Distribución del área plantada con melina, según el uso anterior de la tierra	48
22. Distribución del número de proyectos de melina que cuentan con asesoría técnica o no	50
23. Distribución del número de proyectos de melina, según la fuente de semillas o plantas	50
24. Distribución del incremento medio anual en altura promedio de los proyectos de melina	51

Figura	Página
25. Comparación de la altura promedio de las plantaciones de melina, según la zona de vida donde se encuentran localizadas	52
26. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de melina ubicadas dentro de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S(c))	53
27. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de melina ubicadas dentro de la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido (bh-S(c))	54

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Procesos internacionales sobre criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible	11
2. Montos a incentivar para la actividad de reforestación del PINFOR	15
3. Superficie neta estimada de plantaciones de teca en el mundo hasta 1995	17
4. Datos generales sobre la población caracterizada de proyectos de teca	28
5. Resumen de estadísticos descriptivos del incremento medio y corriente anual de los proyectos de teca	37
6. Clasificación de la calidad de sitio de los proyectos de teca; edad base 2 años	38
7. Desarrollo en altura para plantaciones de teca ubicadas dentro del bmh-T	39
8. Características de sitio de las plantaciones de teca dentro del bmh-T	40
9. Desarrollo en altura para plantaciones de teca ubicadas dentro del bmh-S(c)	41
10. Características de sitio de las plantaciones de teca dentro del bmh-S(c)	41
11. Desarrollo en altura para plantaciones de teca ubicadas dentro del bh-S(c)	42
12. Características de sitio de las plantaciones de teca dentro del bh-S(c)	42
13. Variables de sitio con correlación positiva significativa con el incremento medio anual de las plantaciones caracterizadas de teca	43
14. Datos generales sobre la población caracterizada de proyectos de melina	44
15. Resumen de estadísticos descriptivos del incremento medio y corriente anual de los proyectos de melina	51
16. Clasificación de la calidad de sitio de los proyectos de melina; edad base 2 años	52
17. Desarrollo en altura para plantaciones de melina ubicadas dentro del bmh-S(c)	53
18. Características de sitio de las plantaciones de melina dentro del bmh-S(c)	53
19. Desarrollo en altura para plantaciones de melina ubicadas dentro del bh-S(c)	54
20. Características de sitio de las plantaciones de melina dentro del bh-S(c)	54
21. Variables de sitio con correlación positiva significativa con el incremento medio anual de las plantaciones caracterizadas de melina	55
22. Comparación de las características de las plantaciones estudiadas y los criterios de sostenibilidad	56

RESUMEN

Desde 1997 el Estado de Guatemala, a través del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), motiva a los propietarios de tierras de aptitud forestal, desprovistas de bosque, a que establezcan plantaciones forestales con pagos anuales directos. El 22.71% de la inversión del Estado está concentrada en las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*). Ambas son especies exóticas latifoliadas, y están siendo plantadas en zonas húmedas y muy húmedas del país, importantes por la alta riqueza biológica que tienen. Tomando en cuenta la gran inversión, el hecho que existen vacíos de información y la necesidad de examinar el desempeño de estas plantaciones, la presente investigación se centra en caracterizar y evaluar los parámetros técnicos con los que se planifican y ejecutan, utilizando criterios de manejo forestal sostenible.

Las fuentes de información fueron los expedientes y estudios de capacidad de uso de la tierra, del 66% y 63% de los proyectos de teca y melina respectivamente, encuestas a una muestra de los propietarios, visitas a algunas plantaciones, y sistemas de información geográfica.

Las plantaciones de ambas especies mostraron una gran diversidad de combinaciones de características, principalmente por los distintos intereses por los cuales los propietarios han ingresado al programa. Las características generales que se determinaron fueron: a) tipo de propietario, prevaleciendo la empresa privada, respondiendo a la realidad agraria de las áreas destinadas para estas especies; b) tamaño de la plantación, resultando muy variable, pero en promedio las plantaciones de melina son de 20.6 ha y las de teca, de 33.4 ha (existiendo dos casos de más de 500 ha en una misma finca); c) composición de especies, resultando la mayoría como monocultivo, y las que se han establecido con otras especies son generalmente pequeñas, combinando teca y/o melina comúnmente con cedro, caoba, matiliguatate, palo blanco y eucalipto; d) objetivo principal, prevaleciendo la producción de madera de aserrío; y, e) uso anterior de la tierra, resultando que para ambas especies, la mayoría del área se estableció en tierras que anteriormente fueron utilizadas como potreros.

Las características técnicas que se determinaron fueron: a) densidad inicial, resultando que el 90% y el 93% de las plantaciones de teca y melina respectivamente, fueron establecidas con 1,111 árboles/ha, y el resto, que son plantaciones mixtas, con una densidad de 1,600 árboles/ha;

b) mortalidad, resultando 9.6% en promedio para teca, y 10.35% para melina; c) fitosanidad, mostrando que en promedio, el 98.68% de los individuos en las plantaciones de teca, están sanos, y el 98.14% para melina (no se ha reportado problemas fitosanitarios importantes); d) cumplimiento de labores culturales, resultando que éstas se cumplen en un 93.25% para el caso de teca, y en un 98.26% para melina; e) asesoría técnica, prevaleciendo, el hecho de que las plantaciones cuentan con asesoría técnica permanente (59% de las plantaciones de teca, y el 63% de las de melina); f) tecnología utilizada, resultando que la mayoría de las plantaciones en ambos casos, fueron establecidas con plantas producidas en bolsas y las labores culturales se hacen manualmente; g) fertilización, mostrando que el 47% y el 41% de las plantaciones de teca y melina respectivamente, fueron fertilizadas por lo menos en el establecimiento; y, h) fuente de semillas o plantas, resultando que la mayoría de los propietarios para ambas especies, no recurrieron al Banco de Semillas Forestales del Instituto Nacional de Bosques, sino a empresas especializadas, y en algunos casos decidieron importar directamente el material.

El crecimiento inicial en altura de las plantaciones ha sido muy variable. El 17.93% del área plantada con teca está establecida en sitios de calidad alta (IMA¹ mayor a 1.81 m/año). Para el caso de melina, el 31.37% del área plantada, está en sitios de calidad alta (IMA mayor a 1.54 m/año). Generalmente las plantaciones ubicadas en zonas muy húmedas (más de 2500 mm/año), en el rango altitudinal de 0 – 300 metros sobre el nivel del mar, y con suelos profundos, han presentado mejores crecimientos ambas especies.

Como principales problemas técnicos se identificó: a) pobre planificación y asesoría técnica que reciben las plantaciones; b) poca certeza sobre la calidad del material con que se establecen; c) los requisitos para el ingreso y permanencia en el programa tienen deficiencias y no promueven el manejo forestal sostenible; y d) ausencia de un sistema adecuado de monitoreo de las plantaciones (obtención, análisis y almacenamiento de información). Estos problemas han incidido principalmente en que muchas plantaciones tengan diseños y manejo inadecuados, haciéndolas poco competitivas y no sostenibles.

A pesar de que el 26.91% del área plantada con teca esté actualmente certificada por el Forest Stewardship Council, las plantaciones de teca y melina del PINFOR no han sido orientadas hacia el manejo forestal sostenible, ya que el Estado, a través del PINFOR, no lo ha fomentado

¹ incremento medio anual en altura, para la edad base de dos años.

activamente. En este sentido es necesario que se eleven los parámetros técnicos de los estudios para ingreso al programa y de las evaluaciones anuales, que se requiera un plan de manejo, que se establezcan parcelas permanentes de muestreo y que se cree un sistema para monitorear adecuadamente las plantaciones. En el anexo se incluyen las propuestas concretas para el estudio de capacidad de uso de la tierra, las evaluaciones anuales, y el plan de manejo que se debería requerir.

I. INTRODUCCIÓN

La acelerada pérdida de la cobertura de bosques naturales en todo el mundo, a tasas de 0.77% por año (Haltia y Keipi, 1997:4), la consecuente escasa oferta de productos forestales en el futuro, y el alto potencial de productividad, ha llevado a que se fomente activamente el establecimiento de plantaciones forestales.

Se reconoce que para impulsar la repoblación forestal, es necesaria la utilización de incentivos por parte del Estado, ya que la producción forestal está en desventaja financiera con respecto a otros usos del suelo, principalmente por el largo período de retorno del capital (Cabrera, 1996:2). Es por esto que muchos países, incluyendo Guatemala, han tomado como modelo las experiencias de países como Chile, en donde las plantaciones forestales han impulsado el crecimiento vigoroso de la industria forestal.

A partir de 1997, con la promulgación del Decreto 101-96, Ley Forestal, y la creación del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), en Guatemala se ha reforestado cerca de 20,000 hectáreas con pago directo a los propietarios de tierras con vocación forestal, invirtiendo solo en el año 2001, un poco más de Q.60 millones (US\$ 7.5 millones). Los proyectos de reforestación se concentran principalmente en Izabal, en el sur de Petén y en las Verapaces. *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*, ambas especies exóticas, han captado gran parte (17% y 5.71% respectivamente) de las inversiones del PINFOR (PAFG, 2002) y están siendo plantadas en regiones de alta diversidad biológica.

Con el aumento continuo de las plantaciones forestales, preocupa a nivel mundial, que la mayoría de los países no vigilan sus plantaciones ni mantienen un buen registro de éstas. Con escasas excepciones, no se ha prestado la adecuada atención a la planificación ni al aspecto técnico del desarrollo de las plantaciones y, como resultado, la mayor parte de estas plantaciones rinden volúmenes muy bajos comparados con su capacidad productiva. Además existe una insuficiencia de información sobre el crecimiento y el rendimiento de las plantaciones (Pandey, 1997:8).

Actualmente existen directrices ampliamente discutidas sobre las "mejores prácticas" de planificación, establecimiento y manejo de plantaciones forestales, que pueden ser utilizados como mecanismo de evaluación de la sostenibilidad de estas prácticas. Dichas directrices se han concretizado tanto en los criterios de certificación forestal del Forest Stewardship Council² como

² Consejo de Manejo Forestal, es una entidad internacional ampliamente aceptada como la rectora en normas y especificaciones para el buen manejo (ecológico, económico y social) de los recursos forestales.

en los criterios e indicadores de manejo forestal sostenible³. Estas medidas se consideran basadas en buena ciencia y experiencia, y de utilidad práctica para evaluar el manejo forestal (Smartwood, 2000:1; PROARCA/CAPAS, 1999:1).

Tomando en cuenta los vacíos de información sobre las plantaciones establecidas con el PINFOR y la gran inversión que ha hecho el Estado de Guatemala en establecer estas plantaciones, se hace evidente la necesidad de describirlas y examinar su ejecución. En este sentido, la presente investigación se centra en caracterizar y evaluar los parámetros técnicos con los que se formulan y ejecutan las plantaciones de teca y melina, utilizando los criterios de certificación forestal y los criterios e indicadores de manejo forestal sostenible como base conceptual para su evaluación.

³ Criterios e indicadores desarrollados por la Organización Mundial de Maderas Tropicales (ITTO), Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR), la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP).

II. OBJETIVOS

1. General

- Caracterizar las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) establecidas con el PINFOR, y evaluar los parámetros técnicos con los que se planifican y ejecutan.

2. Específicos

- Determinar las principales características técnicas y de sitio que presentan las plantaciones de teca y melina establecidas con el PINFOR.
- Determinar el crecimiento inicial de estas plantaciones.
- Analizar las variables que inciden en el crecimiento en altura de estas plantaciones.
- Evaluar las características técnicas de las plantaciones bajo la luz de criterios de sostenibilidad.
- Proponer elementos técnicos a considerarse en el futuro para el establecimiento y evaluación de las plantaciones de teca y melina del PINFOR.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Conceptos sobre las plantaciones forestales

De acuerdo a la Food and Agriculture Organization de las Naciones Unidas, FAO, (2001:24), las plantaciones forestales se definen como masas arbóreas de más de 0.5 ha, establecidas artificialmente a través de la siembra directa de semillas o plántulas de especies forestales, ya sea por forestación o reforestación. Pueden ser de especies nativas o introducidas. En términos generales, las plantaciones forestales se caracterizan por tener una forma regular con límites claramente definidos en el terreno, densidad uniforme utilizando la mayor capacidad productiva del suelo, estructura simple con una o dos especies y pequeñas variaciones de tamaño entre los individuos, y relativa simplicidad ecológica, dado que la diversidad biológica de una plantación forestal es muy reducida comparada con un bosque natural en el mismo sitio. Idealmente, una plantación forestal tiene un objetivo bien definido, comercial o de conservación, que rige su tipo de estructura, composición y manejo (Evans, 1982:45, Richter y Calvo, 1995:12).

Las plantaciones forestales proveen diversos beneficios y servicios, entre los que sobresalen los siguientes: a) aumentan la disponibilidad de madera y otros productos forestales (leña, carbón, etc.) a una población creciente; b) reducen el área necesaria para suplir de productos forestales al ser más productivos que los bosques naturales; c) disminuyen y amortiguan la cosecha de bosques naturales; d) rehabilitan áreas despojadas de cobertura boscosa y con suelos degradados, contribuyendo a la protección de cuencas contra la erosión, la escorrentía y la sedimentación; y e) aseguran pendientes inestables, costas, riberas y dunas (De Camino y Budowski, 1998:10; Evans, 1982:26).

1.1 La necesidad de establecer plantaciones. El interés por establecer plantaciones forestales en el mundo, ha aumentado rápidamente en los últimos años. El área total ocupada por plantaciones forestales ha aumentado globalmente de 17.8 millones de ha en 1980, a 187 millones de ha en el año 2000. Se estima que se establecen nuevas plantaciones a una razón de 4.5 millones de ha al año en todo el mundo, de las cuales, 3 millones ha/año son exitosas (FAO, 2001:23). Alrededor del 75% de las plantaciones del mundo se encuentran en las regiones templadas y alrededor del 25% en los trópicos y subtrópicos (Kanowski, 1997:3).

La mayoría de las plantaciones forestales se han establecido como monocultivos de árboles coetáneos con la finalidad principal de producir madera (Evans, 1997:41). El 90% de las plantaciones existentes se han establecido para la producción de madera de uso industrial, y el resto, para producir madera a utilizar como combustible, o para productos no madereros como aceites esenciales, taninos o forrajes (Kanowski, 1997:3).

Los argumentos utilizados para favorecer el establecimiento de las plantaciones forestales en trópico se basan especialmente en la expectativa de que la madera será escasa en el futuro (Wadsworth, 1997:173). Se espera que el consumo de productos maderables continúe creciendo, así como los productos forestales no maderables, que son esenciales para las comunidades rurales. Además, las predicciones mundiales de la FAO indican que la superficie total de tierra bajo cultivo agrícola aumentará para el año 2010 en 850 millones de ha, siendo América Latina en donde se registrarán los mayores crecimientos. Para esto, es de esperarse que una cantidad considerable de tierra con cobertura boscosa sea deforestada (FAO 1993 citado por Haltia y Keipi, 1997:1).

Existen además, varios factores que han hecho evidente la necesidad de establecer plantaciones forestales en el trópico, que varían en importancia según la situación particular en cada región o país. Entre los más destacados está:

- La destrucción pasada y actual de los bosques naturales, especialmente por el avance de la frontera agrícola y la explotación intensiva de los recursos maderables. Como consecuencia, se ha perdido valiosa diversidad biológica, los suelos se han erosionado seriamente y hay escasez de algunos productos maderables.
- Acceso limitado a los bosques naturales remanentes para ser aprovechados, por presentar limitaciones físicas (terrenos pantanosos o muy escarpados), o por limitaciones financieras (la madera está ubicada en sitios demasiado remotos como para ser transportada con un costo aceptable, bajo volumen por ha, etc.).
- Regeneración natural insatisfactoria y difícil de las especies nativas comercialmente deseables. Comparado con la relativa simplicidad de las labores de plantación, el esfuerzo y el conocimiento silvicultural necesario para favorecer la regeneración natural, es considerablemente grande (Evans, 1982:21).

1.2 Ventajas de las plantaciones. Las ventajas de las plantaciones forestales se basan principalmente en cuestiones de productividad forestal –al compararlas con los bosques naturales–, y en materia ambiental, al compararlas con tierras deforestadas.

Las ventajas de las plantaciones son más evidentes donde la regeneración natural es pobre y donde hay un crecimiento bajo pronunciado (Wadsworth, 1997:174). La superioridad de las plantaciones sobre los bosques naturales se debe principalmente a su mayor productividad de madera comercial, ya que se obtiene mayor volumen por hectárea y generalmente, disminuyen los costos de aprovechamiento (Evans, 1997:23; Wadsworth, 1997:174).

Se considera que los productos forestales provenientes de plantaciones son de mayor calidad frente a los del bosque natural, ya que fueron manejados desde su establecimiento, con un objetivo comercial concreto (Cerda, 1999:55).

La existencia de una plantación forestal adecuadamente manejada favorece en términos generales la presencia y permanencia de la fauna local, y el mejoramiento de algunas características edáficas, si se compara con el uso pecuario del mismo terreno. Las actividades más benéficas para la fauna nativa son las podas y entresacas, ya que tales eventos generan mayor estructura y diversidad del ecosistema forestal (Pinilla y Suárez, 1998:43).

Dentro de los beneficios sociales más importantes de las plantaciones forestales en el trópico, está la creación de recurso forestal para cubrir las demandas de productos forestales locales y exportables, reduciendo la presión y ayudando a la conservación de los bosques naturales. Otros beneficios son la creación de trabajo, el uso productivo de tierras con poco o nulo valor agrícola, y el desarrollo de infraestructura (camino, servicios, etc.) en áreas rurales (Evans, 1982:26).

1.3 Desventajas de las plantaciones. Las desventajas que presentan las plantaciones forestales, son principalmente en materia ambiental. Una de las principales preocupaciones en cuanto al creciente número de plantaciones forestales, es el hecho que éstas reemplacen la cobertura boscosa natural, en vez de establecerse en áreas dedicadas a la agricultura o ganadería. En este caso, se estaría impactando negativamente en la biota natural del sitio. Actualmente, los programas de reforestación presentan como requisito que se establezcan en áreas desprovistas de cobertura forestal, así que parece absurdo que todavía se produzcan casos en los que se deforeste para reforestar, como fue en los inicios de los programas de incentivos forestales en Chile y Costa Rica (De Camino y Budowski, 1998:6).

Otro punto que se argumenta como desfavorable para las plantaciones, es el hecho que la mayoría se establezca con especies exóticas, ya que la biota nativa puede sufrir fuertes alteraciones. El 90% de la polémica se centra en pocas especies (*Pinus* spp –no aplica en Guatemala–, *Eucalyptus* spp., *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*), y parece que sólo se discute en América tropical. En contraposición, muchas especies nativas de América tropical están siendo ampliamente plantadas en otros continentes (por ej. *Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla*) (Cornelius 1994:11; Pinilla y Suárez 1998:68).

Otra desventaja de las plantaciones es el peligro que se corre de perderlas frente al ataque masivo de plagas y enfermedades. Las plantaciones extensivas, sin barreras naturales dentro de los rodales, representan concentraciones inusualmente accesibles y grandes de alimento para

plagas, lo cual puede conducir a explosiones demográficas de éstas y como consecuencia, a pérdidas catastróficas de la productividad (Cornelius, 1994:14).

Existen posiciones encontradas en cuanto a los perjuicios que ocasionan las plantaciones forestales en el trópico, sobre el suelo y agua. Algunas investigaciones muestran que se producen efectos indeseables en plantaciones sin ningún manejo forestal (Pinilla y Suárez, 1998:84; León y Suárez, 1998:55). Por ejemplo, en algunas plantaciones el dosel está tan denso que virtualmente ninguna otra planta existe. Esta situación es típica de las plantaciones de pino, ciprés, algunos eucaliptos y de teca, en donde no se ha efectuado ningún raleo (Evans, 1982:406).

El aprovechamiento de la plantación constituye la actividad que genera más efectos adversos sobre la biota nativa y el suelo, debido a la eliminación de la cobertura boscosa. Por lo tanto, es la labor que requiere más atención, a fin de reducir los impactos indeseables sobre los componentes faunísticos, florísticos y edáficos locales (Hofstede, 1998:192; Pinilla y Suárez 1998:102).

Al analizar los efectos ambientales negativos de las plantaciones forestales, De Camino y Budowski (1998:12) llegaron a la conclusión de que debido a la gran variabilidad de condiciones de sitio que existen, no se pueden generalizar. Además, concluyen que es posible tomar múltiples medidas silvícolas para evitarlos, ya que se conocen los riesgos potenciales. Finalmente, afirman que:

«...las buenas plantaciones, bien planificadas y ejecutadas, en general no provocan problemas ambientales».

1.4 Plantaciones puras y plantaciones mixtas. Los bosques naturales están generalmente constituidos por una mezcla de diferentes especies, y casi todas las clases de edad y tamaño están representadas. En los bosques tropicales es más notable esta característica. A diferencia de lo anterior, tradicionalmente las plantaciones forestales se establecen como monocultivo, en donde todos los árboles tienen la misma edad, con pequeñas variaciones de tamaño. En las regiones frías y templadas sí es posible encontrar masas puras de origen natural, por ejemplo del género *Pinus* (Evans, 1982:45; Macías, 1982:26).

Hay tres temas principales que causan preocupación por el hecho de que la mayoría de las plantaciones forestales son monocultivos: la ecología de la plantación –existe una muy reducida diversidad biológica en una plantación, comparado con ecosistemas naturales; la susceptibilidad de las plantaciones forestales a las enfermedades y plagas; y la productividad de la plantación en el largo plazo (Evans, 1982:401).

El hecho de que las plantaciones constituyan un monocultivo hace que sean muy susceptibles a enfermedades y plagas. No hay diferencia entre las especies exóticas y nativas –se puede decir que todo monocultivo es susceptible al ataque de plagas, alguno más que otro y según la región (De Camino y Budowski, 1998:9).

La mejor manera de evitar posibles problemas de plagas y enfermedades es por medio del uso de una diversidad de especies, sean nativas o exóticas (Cornelius, 1994:14). Otras maneras de reducir el peligro es seleccionando genéticamente variedades resistentes, realizando medidas silviculturales que aseguren árboles sanos y vigorosos –como podas y raleos–, evitando continuidad de copas y del monocultivo sobre extensiones muy grandes y continuas (De Camino y Budowski, 1998:9).

Además de disminuir la incidencia y severidad de ataque de ciertas plagas, existen otras ventajas de las plantaciones mixtas sobre las plantaciones puras. Por ejemplo, las plantaciones mixtas bien planificadas proveen productos más diversos que las plantaciones puras, contribuyendo a disminuir los riesgos ante la inseguridad de los mercados. También pueden proveer retornos de capital en varias etapas de la plantación. Por ejemplo, el uso de especies de crecimiento rápido y lento en la misma plantación tiene la ventaja de producir madera en diferentes rotaciones, con productos de cosecha más rápida pero de menor precio, y otros más lentos pero de mayor valor de mercado (Montagnini *et al.*, 2002:648).

A pesar de las ventajas anteriormente mencionadas, se debe tener en cuenta que cada especie tiene sus particularidades en el desarrollo y tolerancia, por lo que algunas pueden llegar en buenas condiciones a su madurez formando masas mezcladas, mientras que otras sólo producen buenos resultados en masas puras. En este sentido, el objetivo de la plantación no se puede perder de vista al considerar diseño de ésta (Macías, 1954:28).

La sostenibilidad de las plantaciones puras es causa de preocupación, principalmente por algunas experiencias en donde el suelo ha perdido su capacidad productiva luego de varias rotaciones bajo plantaciones puras de especies como teca y eucalipto. Se cuestiona si los ecosistemas que naturalmente no rinden altos volúmenes de madera, puedan volverse permanentemente en plantaciones altamente productivas. En los últimos 40 años sólo hay dos ejemplos significativos de disminución general de productividad en rotaciones sucesivas de árboles: *Pinus radiata* en el sur de Australia y *Cunninghamia lanceolata* en China subtropical. La situación en el sur de Australia ha sido rectificadas aceptablemente mediante el manejo cuidadoso de la materia orgánica y la nutrición de los árboles, el control de la competencia de malezas y un programa de mejora genética forestal. En este sentido, debe tenerse en cuenta que, para

mantener una alta productividad del suelo bajo plantaciones forestales, la base esencial son los tratamientos silviculturales. Igualmente importante es evitar la erosión del suelo, realizando prácticas de conservación de suelos (De las Salas, 1987:236; Evans, 1982:417).

1.5 El futuro de la silvicultura de plantaciones. La silvicultura de plantaciones a nivel global fue analizado en el contexto del XI Congreso Forestal Mundial en Turquía, en 1997. Entre las conclusiones a las que se llegó al discutir sobre la evolución de la silvicultura de plantaciones, destacan las siguientes:

- Los dos fundamentos técnicos que marcan la diferencia entre un éxito clamoroso y un escandaloso fracaso, es la utilización de recursos genéticos bien adaptados y la aplicación de prácticas silviculturales adecuadas en todas las etapas de la plantación, desde el vivero hasta el aprovechamiento. Muchas plantaciones tropicales no están logrando su potencial de producción porque no se atiende adecuadamente a estos elementos fundamentales.
- El acierto de la silvicultura de plantaciones continuará dependiendo de la eficacia de la investigación, de la innovación y los avances tecnológicos. Esta silvicultura acertada se basa también en la vinculación efectiva entre la investigación y la práctica.
- La importancia de los sistemas simples de plantación (tradicionales monocultivos coetáneos) para atender las necesidades de madera de la sociedad continuará aumentando; estos bosques deben satisfacer los criterios de sostenibilidad en el sentido más completo.
- Aunque tienen éxito -a veces sobresaliente- en cuanto a la producción de madera, los sistemas tradicionales de plantación no resuelven necesariamente bien otras necesidades de las sociedades en que se establecen, especialmente en países en desarrollo. En estas circunstancias, es fundamental una concepción más amplia de la silvicultura de plantación, sus objetivos y una integración más estrecha con otros usos de la tierra, si se quiere que la silvicultura de plantación prospere y se sostenga (Evans, 1997:5; Pandey, 1997:18; Kanowski, 1997:8).

2. Criterios de sostenibilidad para plantaciones forestales

Basados principalmente en la ecología forestal –ciencia que provee los fundamentos científicos sobre todos los aspectos del bosque-, la producción forestal ha evolucionado de una simple explotación, hacia un manejo sostenible de los recursos (Kimmins, 1997:18). Es por esto que actualmente se reconoce la importancia de asegurar que el manejo de los bosques, tanto naturales como plantaciones, dará lugar a una productividad sostenible para las futuras generaciones. En este sentido, una pregunta clave ha sido: cómo evaluar la sostenibilidad de la

amplia gama de actividades de manejo forestal de una forma consistente y clara, basándose en una combinación de investigación científica y experiencia práctica (OIMT, 1993:10).

En respuesta a la interrogante anterior, actualmente se cuenta con dos mecanismos ampliamente discutidos y aceptados para la evaluación de la sostenibilidad de prácticas de manejo forestal e impactos de las operaciones forestales. Uno de estos mecanismos se concretiza en los criterios de certificación forestal, tanto para el manejo de bosques naturales, como para plantaciones. El otro mecanismo son los criterios e indicadores de manejo forestal sostenible (C&I de MFS) emitidos por varias organizaciones internacionales después de varios años en procesos de discusión internacional. Ambos mecanismos se consideran basados en buena ciencia y experiencia, y de utilidad práctica para medir un buen manejo forestal (PROARCA/CAPAS, 1999;1).

Los C&I de MFS y la certificación forestal comparten muchas similitudes, pero hay también importantes diferencias entre ambos. Las semejanzas se refieren a los objetivos comunes y a los enfoques de carácter general. Las diferencias importantes entre las aplicaciones de los C&I y los sistemas de certificación se refieren a la escala, finalidad, resultados, grupos interesados y agentes participantes. Mientras las series de C&I son un método descriptivo, la certificación forestal se basa esencialmente en normas prescritas. Estas normas a su vez están conceptualmente basadas en las series descriptivas de C&I (Rametsteiner y Wijewardana, 2002:13).

2.1 Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. En respuesta a la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo (CNUMAD) y la Agenda 21, se empieza una serie de procesos internacionales paralelos para la formulación de criterios y directrices científicamente sólidos para la ordenación y el desarrollo sostenible de todo tipo de bosques (Gaynutdinova y Koza, 2003:2).

Se han realizado nueve procesos principales de carácter regional, y uno internacional (cuadro #1), para desarrollar y operativizar los C&I para el manejo forestal sostenible. Los gobiernos y muchos otros interesados han reconocido la necesidad apremiante de llegar a un entendimiento común sobre lo que significa el manejo forestal sostenible y cómo evaluar los progresos realizados en tal sentido y cómo conseguirlo (Gaynutdinova y Koza, 2003:2).

Estos procesos internacionales se desarrollaron en un principio, independientes unos de otros, hasta que en 1995, la FAO y la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO) llevaron a cabo una consultoría experta para armonizar los criterios e indicadores propuestos los procesos

individuales, en los que están involucrados organismos internacionales como el Centro Internacional de Investigaciones Forestales (CIFOR), la Unión Internacional de Organizaciones de Investigaciones Forestales (IUFRO) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP). Como recomendación de esta consultoría, se organizó la Conferencia Internacional de Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible, CICI-2003, en la ciudad de Guatemala (Gaynutdinova y Koza, 2003:1).

Cuadro # 1. Procesos internacionales sobre C&I para el manejo forestal sostenible

Año	Proceso
1992	C&I de la OIMT
1994	Proceso Pan-Europeo / Helsinki
1995	Proceso de Montreal, Propuesta de Tarapoto, Zona Seca de África
1996	Principios, Criterios e Indicadores de la OAM (PC&I)
1996	Cercano Oriente, en Egipto
1997	Lepaterique – América Central
1999	Bosques Secos de Asia
2003	Conferencia Internacional de Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible (CICI-2003), en Guatemala

La consulta de expertos de FAO/ITTO en 1995, definió los criterios e indicadores como:

«...instrumentos visibles y fundamentales para avanzar hacia la ordenación forestal sostenible, [...] la ordenación forestal, a su vez, constituye un componente importante y una parte integral de los programas generales de carácter nacional e internacional dirigidos al desarrollo sostenible» (Gaynutdinova y Koza, 2003:1).

Las series C&I elaboradas en todos los procesos, comparten un nivel considerable de aspectos comunes entre sí. Los temas comunes son:

- Extensión de los recursos forestales.
- Estado sanitario y vitalidad del bosque.
- Funciones productivas de los bosques.
- Diversidad biológica.
- Funciones protectoras de los bosques.
- Beneficios y necesidades socioeconómicas.
- Marco político e institucional (Gaynutdinova y Koza, 2003:3).

2.2 Criterios de certificación forestal. En 1998, luego de siete años de implementación a través de innumerables evaluaciones y auditorías forestales, Smartwood⁴ proporcionó un conjunto de criterios para la evaluación del manejo forestal tanto para bosques naturales como

⁴ Iniciado en 1990, SmartWood es el programa de certificación forestal más grande y más antiguo en existencia. Es un programa de la Rainforest Alliance (Alianza de los Bosques Lluviosos), grupo ambientalista internacional, sin fines de lucro, con base en Nueva York.

plantaciones. Estas "Normas Genéricas" fueron revisadas y aprobadas por el Forest Stewardship Council (FSC) (Smartwood, 2000:1).

Estos criterios de evaluación fueron desarrollados con la consulta a más de 30 profesionales forestales, ecólogos, científicos sociales y otros forestales prácticos, además de ser revisados en varias ocasiones en diversas mesas de discusión a través del mundo. Los criterios están acordes tanto con los objetivos del manejo forestal, como con los de la conservación biológica, emitidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la ITTO, el CIFOR, el Movimiento Mundial por el Bosque Húmedo (WMR), la Organización Internacional de los Trabajadores (OIT) y los estándares regionales de los grupos de trabajo del FSC.

Las plantaciones forestales que se adhieren a los siguientes principios o criterios, son certificadas como "bien manejadas", según la FSC:

1. Los objetivos de manejo de la plantación deberán manifestarse explícitamente en el plan de manejo, y deberán ser claramente demostrados en la implementación del plan.
2. El diseño y planeación de las plantaciones deberá promover la protección y conservación de los bosques naturales, y no incrementar las presiones sobre los bosques naturales. Acorde al tamaño de la operación, debe tomarse en cuenta para el diseño de la plantación, los corredores de la fauna silvestre, la protección de los cauces de ríos y un mosaico de rodales de diferentes edades y períodos de rotación. La escala y la planeación de los bloques de plantación deben estar de acuerdo con los patrones de los rodales encontrados dentro de su paisaje natural. La reforestación contribuye a la restauración y/o conservación del bosque natural.
3. Se prefiere la diversidad en la composición de las plantaciones, para mejorar la estabilidad económica, ecológica y social. Tal diversidad puede incluir el tamaño y la distribución espacial de las unidades de manejo dentro del paisaje, número y composición genética de las especies, clases de edad y estructuras y tipos de productos. Se da énfasis a plantaciones y/o investigación aplicada sobre especies nativas a la región.
4. Las especies seleccionadas para reforestación son una sólida selección técnica, dado el sitio y los objetivos del manejo. A fin de favorecer la conservación de la diversidad biológica, son preferidas las especies nativas sobre las exóticas en el establecimiento de plantaciones y para la restauración de ecosistemas degradados. Las especies exóticas, las cuales deberán ser usadas sólo cuando su desempeño sea mayor que el de las especies nativas, deberán ser cuidadosamente monitoreadas para detectar

- mortalidad inusual, enfermedades o daños por insectos e impactos ecológicos adversos.
5. De acuerdo a la escala de la plantación, una proporción del área total de manejo forestal, deberá ser manejada de tal forma que se restaure la cobertura forestal natural del sitio.
 6. Deberán tomarse medidas explícitas para evaluar el suelo en términos de estructura, fertilidad y actividad biológica; para mantener o mejorar el suelo en términos de estructura, fertilidad y actividad biológica; y para evitar la erosión. Las técnicas y tasa de cosecha, el mantenimiento y construcción de caminos y vías, así como la selección de especies no debe traer como resultado la degradación del suelo a largo plazo o tener impactos adversos en la calidad o cantidad del agua o desviación sustancial de cursos de drenaje.
 7. Deberá existir un plan para la protección forestal en contra de invasiones de tierras, fuegos no controlados, etc. El manejo de la plantación deberá esforzarse para no usar pesticidas y fertilizantes químicos, incluyendo su uso en los viveros. Se cuenta con un procedimiento sistemático para reducir las amenazas y al mismo tiempo que reduzca los costos financieros y ambientales.
 8. De acuerdo a la escala y diversidad de la operación, el monitoreo de plantaciones deberá incluir una evaluación regular del potencial de los impactos ecológicos y sociales en el sitio y fuera de él, (es decir, los efectos en la regeneración natural, sobre los recursos hídricos y la fertilidad del suelo y los impactos sobre el bienestar social y los beneficios sociales. Se dará atención especial a los asuntos sociales de la adquisición de tierras para plantaciones, especialmente a la protección de los derechos de los pobladores de la localidad en cuanto a la tenencia, uso o acceso.
 9. Bosques primarios, primarios degradados y maduros secundarios no son talados por los actuales administradores del bosque para crear plantaciones de árboles (Smartwood, 2000:10).

3. El programa de incentivos forestales de Guatemala (PINFOR)

El marco legal del PINFOR es el Decreto Legislativo Número 101-96 "Ley Forestal". Uno de los objetivos de esta ley, es promover la reforestación de áreas forestales actualmente sin bosque, para proveer al país de los productos forestales que requiera. También tiene como objetivo primordial, apoyar, promover e incentivar la inversión pública y privada en actividades forestales para que se incremente la producción de recursos forestales (INAB, 1998:5).

Con esta nueva ley forestal, se inició una nueva etapa en el sector forestal, ya que se creó el Instituto Nacional de Bosques (INAB), que es una entidad estatal, autónoma, descentralizada, con

personalidad jurídica, patrimonio propio e independencia administrativa. Es el órgano de dirección y autoridad competente del sector público en materia forestal. En este sentido, el INAB es el encargado, entre otras cosas, de promover y fomentar el desarrollo forestal del país (INAB, 1998:8).

Este nuevo marco legal y nueva institucionalidad forestal, dio paso a la formulación de la Política Forestal de Guatemala, en 1999. El propósito fundamental de esta política es aumentar los beneficios socioeconómicos de los bienes y servicios generados por los ecosistemas forestales. Uno de los objetivos específicos es recuperar áreas de vocación forestal a través de mecanismos de restauración forestal y mejorar la productividad del sector, fomentando la silvicultura de plantaciones con fines productivos competitivos (PAFG, 1999:16).

Como instrumento principal para lograr el objetivo anterior, se creó, para un período de veinte años, el PINFOR de tal manera que el Estado otorga incentivos, por medio del INAB y el Ministerio de Finanzas Públicas, a los propietarios de tierras que se dediquen a proyectos de reforestación y mantenimiento en tierras de vocación forestal desprovistas de bosque, así como al manejo de bosques naturales (PAFG, 1999:22).

El Estado destina anualmente una partida en el Presupuesto de Ingresos y Egresos de la Nación al INAB para otorgar los incentivos forestales, equivalente al 1% de los Ingresos Ordinarios del Estado (Ley Forestal Artículo 71). Este monto asciende a un promedio anual de US\$ 52 millones, aunque la asignación real promedio anual ha sido de US\$14 millones (Gálvez *et al.*, 2002:734).

Los objetivos del PINFOR son:

- Mantener y mejorar la producción forestal sostenible, incorporando los bosques naturales a la producción económica productiva.
- Incorporar tierras de vocación forestal desprovistas de bosque a la actividad forestal, a través del establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales y/o la regeneración forestal.
- Generar una masa crítica de bosques productores de materia prima, para el desarrollo de la industria forestal.
- Incentivar el mantenimiento y la creación de bosques para la generación de servicios ambientales (INAB, 1999:2).

El programa no tiene objetivos sociales clásicos, es decir, de solución inmediata de necesidades de la población con recursos escasos. Los objetivos sociales serán percibidos en

mediano y largo plazo, tanto a nivel de servicios ambientales, como a nivel de bienes y beneficios que genere (Gálvez *et al.*, 2002:744).

Los proyectos de establecimiento de plantaciones forestales han captado el 98% de los recursos financieros invertidos por el PINFOR. El incentivo para la actividad de reforestación es por seis años conforme se indica en el cuadro #2. Los departamentos de las Verapaces, Petén e Izabal abarcan el 65% de la inversión efectuada, y el 69% del total del área plantada. El 62% de la superficie incentivada corresponde a 7 de las 12 especies seleccionadas como prioritarias por el PINFOR con base a sus características silviculturales, físico-mecánicas y demanda del mercado. Estas especies son: *Tectona grandis*, *Pinus maximinoi*, *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea* y *Cybistax donnell-smithii* (Gálvez *et al.*, 2002:737).

Cuadro # 2. Montos a incentivar para la actividad de reforestación del PINFOR

Año	Fase	Incentivo (Q. / hectárea)
0	Establecimiento	5,000
1	Mantenimiento 1	2,100
2	Mantenimiento 2	1,800
3	Mantenimiento 3	1,400
4	Mantenimiento 4	1,300
5	Mantenimiento 5	800
TOTAL		12,400

Fuente: INAB, 1999.

Para que un proyecto de reforestación ingrese al PINFOR es necesario que el propietario de la tierra tenga certeza jurídica sobre ella, que la tierra sea de aptitud forestal para producción, y que presente un plan de reforestación si su proyecto es mayor de 15 ha. Para decidir si un proyecto ingresa al programa, se analiza técnicamente utilizando los siguientes parámetros:

- Se prefieren proyectos que estén ubicados en los siguientes departamentos: Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, Escuintla, Retalhuleu y Suchitepéquez. Se toma en cuenta también el índice de importancia forestal, su ubicación estratégica para recuperar ecológicamente áreas bajo fuerte presión y el apoyo que pueda tener de las municipalidades y de proyectos de desarrollo agroforestal.
- Se prefieren los proyectos que tienen objetivo principal de producción de madera en troza, o postes de alumbrado, madera para pulpa y/o astillas, sobre cualquier otro objetivo.
- Reciben prioridad las especies que se encuentren dentro del listado vigente de especies prioritarias para el INAB (*Tectona grandis*, *Pinus maximinoi*, *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Cybistax donnell-smithii*, *Vochysia guatemalensis*, *Callophylum brasiliensis*, *Abies guatemalensis*, *Virola koschnyi*), y que coincidan con las áreas prioritarias.

- Se prefieren proyectos ubicados cerca de la industria forestal en el área.
- Tienen prioridad aquellos proyectos que especifiquen en el plan de reforestación, uso de tecnología mejorada (que supera a la tradicional en cuanto a ahorro de tiempo y dinero, y en el incremento de la producción) en una o más de las siguientes fases del proceso productivo: procedencia de la semilla; producción de plantas; tipo de recipiente de la planta; plantación; fertilización; y, control de plagas y enfermedades.
- Se evalúa la existencia y calidad de las vías de comunicación desde el área del proyecto hacia la carretera asfaltada más cercana (INAB, 1999:11).

Después del análisis técnico y jurídico del proyecto, se decide si se aprueba o no su ingreso al programa, y en caso de ser aprobado, se hace un Contrato de Cumplimiento en el que éste se compromete a cumplir fielmente las actividades contempladas en el plan aprobado. El beneficiario debe iniciar la ejecución de las actividades planificadas y aprobadas conforme al cronograma para cada año del período del proyecto. Cada año se evalúa, entre mayo y julio, la ejecución física de las actividades contempladas en el plan para determinar si procede el pago de los incentivos (INAB, 1999:9).

Los parámetros técnicos que se evalúa anualmente a las plantaciones para poder otorgarles a sus propietarios el incentivo, tal como se indica en el Artículo 28 del Reglamento del PINFOR, son:

- El área evaluada en el campo debe ser el 100% del área propuesta en el plan de reforestación. El incentivo se otorga solamente para el área plantada y que cumpla con los parámetros a evaluar.
- La cantidad de plantas que llegan con vida al final de cada año (sobrevivencia), tomando como punto inicial la fecha de plantación. Se acepta como índices mínimos certificables los siguientes:

Al final del primer año:	85% de la densidad final
Al final del segundo año:	80% de la densidad final
Al final del tercer año:	75% de la densidad final
Al final del cuarto año	75% de la densidad final

Los cuales aplican para proyectos que no requieren raleos en los primeros cuatro años. Para los siguientes años no se evalúa este parámetro.

- La cantidad de plantas vivas por unidad de área, expresada en porcentaje, que se encuentra libre de daños irreversibles por plagas y enfermedades. El límite mínimo certificable de plantas sanas por hectárea es del 75% de la densidad correspondiente al año de evaluación.
- Establecimiento de medidas de protección tendientes a prevenir daños causados por incendios forestales (brechas y rondas corta fuegos). Se evalúan conforme las

medidas de longitud, anchura, ubicación especificadas en el plan de reforestación y deben ser ejecutadas en un 100% al momento de la evaluación.

- Ejecución de labores culturales, es decir, actividades de limpieza de la plantación para eliminar malezas. Deben estar realizadas en un 100% conforme a lo planificado y en función de las condiciones ecológicas de las especies, al momento de la evaluación (INAB, 1999:8).

4. Teca (*Tectona grandis*)

Tectona grandis L.f., comúnmente llamada teca, es una especie arbórea latifoliada caducifolia, de la familia Verbenaceae. Es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y delgada (12 mm), fisurada, de color café claro que se desprende en placas grandes y delgadas (Chávez y Fonseca, 1991:5). Crece adecuadamente en plantaciones cuando las condiciones son favorables. Por esta característica contrasta con algunas de las especies tropicales de frondosas valiosas y más conocidas comercialmente (Pandey y Brown, 2000).

Es fuente de una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, y ha sido plantada extensamente, como se puede observar en el cuadro #3. Estas plantaciones son para la producción de madera para la construcción naviera, muebles y carpintería en general (Pandey y Brown, 2000).

Cuadro # 3. Superficie neta estimada (1,000 ha) de plantaciones de teca en el mundo hasta 1995.

Subregión	Superficie neta estimada de plantaciones	Plantación anual estimada
África tropical	109,55	4
Asia tropical	2 107,89	93
Oceanía tropical	3,03	-
América Central	22,29	4
El Caribe	8,06	-
América del Sur tropical	2,72	-
TOTAL	2 253,54	101

Fuente: Pandey y Brown, 2000.

Las plantaciones de teca constituyen alrededor del ocho por ciento de la superficie total de plantaciones forestales en los países que gozan de un clima favorable para el crecimiento de esta especie. La actividad de plantación notificada en 1995 correspondió en su mayor parte a la India, Myanmar, Tailandia e Indonesia, en el Asia tropical, y a Costa Rica y Panamá en la América tropical (Pandey y Brown, 2000).

La literatura sobre la teca es voluminosa e incluye una bibliografía con 1,500 citas, libros sobre la silvicultura de la teca, el manejo de plantaciones, e investigaciones, particularmente en el

Sudeste de Asia y una guía silvicultural publicada en español. El "Indian Forester" contiene numerosos artículos sobre la teca comprendiendo un período de más de un siglo (Weaver, 1993:1).

Es originaria de la mayor parte de Birmania. Se encuentra en bosques tipo monzónico, en bosque seco tropical y en bosque húmedo tropical. Está asociada con *Gmelina arborea* en los bosques húmedos, con *Cassia fistula* en bosques secos, y con cinco especies de *Terminalia* en todas las regiones. Se introdujo en Centroamérica en 1926 con un envío de semillas de Colombo (Sri Lanka) al Jardín Botánico Summit de Panamá, desde el cual se exportaron semillas en los 20 años siguientes a la mayoría de los países de Centroamérica y el caribe (Briscoe, 1995:8; Schmincke, 2000; Weaver, 1993:3).

Se considera como una especie resistente a la mayoría de los patógenos en las plantaciones, los bosques naturales y los almacenes de maderaje (Weaver, 1993:9). A pesar de lo anterior, las plantaciones puras de teca son particularmente vulnerables a las plagas defoliadoras, sobre todo cuando no hay vegetación en el piso inferior de la plantación. Los problemas fitosanitarios reportados en América Central no han tenido repercusiones económicas importantes (Chávez y Fonseca, 1991:21).

Esta especie tolera una gran variedad de climas pero crece mejor en condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes. La temperatura óptima para las plantaciones de teca es de 22 a 27 °C. La precipitación anual debe estar entre los 1,500 y 2,500 mm, con una estación seca marcada entre 3 y 5 meses, pero soporta precipitaciones tan bajas como de 500 mm y tan altas como de 5100 mm por año (Centeno 1997; Weaver 1993:2).

Se adapta a una gran diversidad de suelos y formaciones geológicas, sin embargo, el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, de textura franco-arenosa o franco-arcillosa, fértiles, ricos en calcio, bien drenados y con un pH neutral o ácido (Briscoe, 1995:11; Centeno, 1997). Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos, son la poca profundidad, las capas duras, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de calcio o magnesio. Se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos. Las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen el crecimiento de una forma negativa (Vásquez y Ugalde, 1994:12; Weaver, 1993:17).

Tectona grandis es una especie con crecimiento de mediano a rápido, pero demanda un manejo intensivo. El máximo rendimiento que se puede llegar a tener con la tecnología presente es de 15 a 20 m³ por hectárea por año, en una rotación pequeña de 20 años, con la mayoría de

los cálculos tendiendo hacia la parte inferior de ese intervalo (Weaver, 1993:6). Para las edades de tres a cinco años se ha reportado un Incremento Medio Anual (IMA) en altura promedio de 1.5 m/año (Chávez y Fonseca, 1991:25).

Pandey y Brown (2000) elaboraron un modelo para predecir la productividad potencial de las plantaciones de teca a nivel mundial y regional a partir de factores climáticos. Las variables climáticas explican el 59 por ciento de la varianza del rendimiento potencial de las plantaciones. La humedad relativa y las precipitaciones anuales se identificaron como los factores climáticos más importantes desde el punto de vista del crecimiento de la teca. Por encima de determinados límites (el 70 por ciento de humedad y 2000 mm anuales de precipitación), el aumento de estos valores da lugar a un incremento sucesivamente menor del rendimiento potencial.

De acuerdo a Schmincke (2000), en muchas plantaciones africanas y también en Trinidad, el crecimiento del árbol de teca es más lento después de 25 años. El crecimiento lento favorece la formación de duramen, la densidad de la madera y su color oscuro (Pandey y Brown, 2000).

La investigación indica que la calidad del sitio se degrada con la edad y que su deterioro entre una rotación y otra y durante la misma constituye una amenaza para el rendimiento potencial y la ordenación sostenible (Jayaraman 1995 citado por Keh 1997:50).

El espaciamiento en las plantaciones de teca depende en gran medida del producto deseado, como leña, postes, maderaje o una mezcla de productos a varios puntos de la rotación. Los espaciamientos tradicionales para las plantaciones de teca varían entre 1.5 por 1.5 m y 4.6 por 4.6 m, con algunos espaciamientos irregulares de 3 por 6 m. Un espaciamiento de 3 por 3 m en plantaciones puras se usa comúnmente para la producción de madera. En terreno escarpado, se han sugerido unos espaciamientos mayores para estimular el crecimiento de la vegetación terrestre baja y así prevenir la erosión (Weaver, 1993:5).

Esta especie no tolera la sombra en ninguna fase de su ciclo vital (Pandey y Brown, 2000). Requiere de luz vertical total y de un espacio amplio alrededor para el desarrollo apropiado. El control incompleto de la maleza alrededor de las plántulas de teca resulta en la supresión de su crecimiento o en su mortalidad (Weaver, 1993:7). Para Centroamérica se recomiendan tres limpiezas durante el primer año, dos en el segundo y por lo menos una durante el tercero (Briscoe, 1995:8).

En Java, el combinar diferentes especies de árboles junto con la teca afectó de manera adversa el crecimiento y el valor de las plantaciones de teca. Sin embargo, en Indonesia, plantar hileras de

Leucaena leucocephala en plantaciones de teca como una cobertura permanente influyó en la producción de la teca de una manera favorable (Weaver, 1993:8). Se ha identificado la combinación con parches de bosque natural y la protección de los cursos de agua en mosaicos paisajísticos, como otros factores que favorecen el buen crecimiento de las plantaciones (Schmincke, 2000).

5. Melina (*Gmelina arborea*)

Gmelina arborea Roxb., comúnmente llamada melina, pertenece a la familia Verbenaceae y es originaria de Asia Central. Es una especie latifoliada caducifolia, esencialmente heliófita. En plantaciones desarrolla fuste limpio y recto. Su madera es cremosa y blanda, y se puede utilizar para producir pulpa para papel, madera aserrada y chapa (Murillo y Valerio, 1991:8).

Se adapta mejor al bosque seco tropical, bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical. El rango de temperatura en la que se ha demostrado mejores resultados en América Central, es de 24 y 29°C. La precipitación óptima está entre 1800 – 2300 mm. En Centroamérica, se ha plantado en zonas con precipitaciones desde 700 hasta 3100 mm, y dos a ocho meses secos. Se han tenido mejores crecimientos en altitudes por debajo de 500 msnm, sin embargo, se ha plantado en lugares de hasta 1000 msnm. Crece mejor en topografía plana y pendientes suaves; en suelos profundos, húmedos, drenados y con buen suministro de nutrientes (INIFAP, 1998; Murillo y Valerio, 1991:17).

Los factores limitantes para el desarrollo de la melina son suelos muy erosionados o compactados, de topografía quebrada, y muy superficiales. Otras limitantes fuertes para el desarrollo de la especie son los suelos de textura arcillosa e inundados, y la competencia de malezas. Las zonas muy ventosas no son adecuadas para melina (Murillo y Valerio, 1991:19).

Un factor importante para el éxito de las plantaciones es la preparación del terreno previo al establecimiento, especialmente si el terreno era utilizado anteriormente para potreros (Murillo y Valerio, 1991:19; Alfaro, 2000:35).

En el presente, no se han reportado problemas fitosanitarios de relevancia económica en las plantaciones, solamente en los viveros, sin embargo, estas enfermedades no son específicas de la especie (Murillo y Valerio, 1991:21).

En América Central, llega a alturas de 12 y 30 m y un diámetro máximo de 60 a 100 cm. Para Costa Rica se ha reportado un incremento medio anual en altura de 0.68 a 4.47 m/año, y un

incremento medio anual en volumen total de 2.95 a 55.33 m³/ha/año en sitios de calidad media (Vásquez y Ugalde, 1995:10).

El distanciamiento de 3m x 3m (1,111 árboles por hectárea) ha demostrado ser apropiado para el crecimiento inicial de la especie y permite el aprovechamiento de leña y postes en el primer raleo. Los distanciamientos mayores no se utilizan ya que la especie ramifica a baja altura y produce ramas gruesas que afectan la forma de los árboles (Murillo y Valerio, 1991:20; Alfaro, 2000:35).

De acuerdo a la experiencia generada en Centro América, la edad de corta final para plantaciones oscila entre los 10 y 14 años dependiendo de las condiciones del sitio. El turno utilizado para realizar proyecciones de producción de madera de aserrío es de 12 años. En el caso de plantaciones cuyo objetivo es la producción de astillas para la elaboración de pulpa, se trabaja usualmente con turnos de 6 años (Alfaro, 2000:35).

En cuanto a los raleos, se aplica usualmente de dos a tres durante el turno, dependiendo de la calidad del sitio; el primero entre el año 3 y 4, el segundo entre el año 6 y 7, y un tercero, en los casos en que sea necesario, al año 9 ó 10 (Alfaro, 2000:35).

La poda es una de las actividades silviculturales principales para el manejo de la especie. Se ha recomendado tres podas en un turno de 12 años. La primera cuando los árboles alcanzan una altura promedio de 5 m, la segunda cuando la altura promedio de los árboles alcanza los 10 m, y la última cuando la altura llega a los 16 m, siempre cortando las ramas hasta un 50% de la altura de los árboles (Alfaro, 2000:35).

Melina es considerada como una especie indeseable para las asociaciones agroforestales, por ejemplo, con café. Esto se debe a que la alta densidad de su copa limita la transmisión de radiación solar e incrementa el impacto de la lluvia por efecto de la coalescencia de gotas sobre hojas grandes, lo cual afecta al suelo provocando desprendimiento de partículas del suelo y consecuentemente, erosión laminar (Tavares *et al.*, 1999:12).

6. Experiencias de las plantaciones de teca y melina en otros países

Dado que la experiencia de Costa Rica en plantaciones de teca y melina es bastante mayor que la de Guatemala y otros países de la región, y el hecho de que el Estado de Costa Rica también ha incentivado directamente estas plantaciones, se hizo una recopilación de la información más relevante en cuanto a este tema.

A finales de los ochenta Costa Rica inició un proceso de establecimiento de plantaciones forestales respondiendo más a los estímulos económicos de los incentivos fiscales existentes en ese momento, y no a un proceso ordenado y planificado (De Camino *et al.*, 2000:1). Las principales inversoras en las plantaciones han sido compañías privadas con capital, que se han establecido en tierras que estaban cubiertas originalmente por espesos bosques pluviales (Schmincke 2000).

Alrededor de un 70% del área reforestada en el país ha sido plantada por micro, pequeños y medianos agricultores con áreas plantadas que van desde 1 hasta 50 hectáreas dispersas en las diferentes regiones del país. Sin embargo, a partir de 1996, se ha producido una disminución en la tasa de reforestación la cual ha descendido en más de un 70% entre ese año y lo reportado para el 2000 (De Camino *et al.*, 2000:32).

A pesar de que las prácticas de manejo forestal, han mejorado sustancialmente en la última década, al menos la mitad de las plantaciones establecidas en la década de los 80 no recibieron un manejo silvicultural adecuado, por lo que su calidad y por lo tanto el precio están por debajo de las expectativas de productividad de sus propietarios (De Camino *et al.*, 2000:89).

Se ha plantado teca en 25,600 ha en varios lugares de Costa Rica, incluidos algunos menos favorables con abundante pluviosidad y sin una clara estación seca, así como en muchas pequeñas explotaciones agrícolas (Schmincke 2000).

En Costa Rica, la mayoría de las plantaciones forestales, especialmente las de mayor edad como las de teca, no han tenido los rendimientos esperados en la producción, principalmente por la mala selección de sitio, el uso de material reproductivo no mejorado genéticamente y por la falta de manejo. Sin embargo, en los últimos años, un mayor número de plantaciones jóvenes está siendo manejado eficientemente, por la ejecución de raleos y podas en el momento oportuno (Pérez *et al.*, 2000:17).

Se reporta un total de 49,274.9 hectáreas de melina plantadas en Costa Rica hasta 1997. En un 70% del área ha sido plantada por finqueros costarricenses que utilizan los incentivos forestales que brinda el Estado, con proyectos que van desde una hasta 6,500 hectáreas. El restante 30% del área corresponde a proyectos establecidos por finqueros o compañías que utilizan capital propio. Dentro de este tipo de propietario, el proyecto más grande es el de la empresa Ston Forestal S.A., que ha establecido aproximadamente 14,000 hectáreas de melina. En Costa Rica, la evidente preferencia en el uso de melina para reforestación se ha dado principal y

fundamentalmente por un período menor al de otras especies para la recuperación de la inversión (Alfaro, 2000:35).

Los métodos de ordenación de plantaciones de teca, melina, y otras especies tropicales, en Costa Rica han evolucionado principalmente a la investigación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y de empresas privadas propietarias de plantaciones extensivas, como por ej. Ston Forestal S.A. (Schmincke 2000).

En Costa Rica se está desarrollando programas de mejoramiento genético para ambas especies, y actualmente es posible obtener semilla certificada por la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica, de teca, melina y otras especies tropicales (Alfaro, 2000:38).

Los planes de inversión en las plantaciones de teca en el mundo han suscitado una fuerte controversia, especialmente por el caso notorio de la empresa de propiedad holandesa Flor y Fauna, involucrada en el establecimiento de plantaciones de teca en el norte de Costa Rica. Esta empresa tenía plantadas 1,300 ha de teca hasta 1994. Se invitó a diversos inversores a adquirir árboles de teca en un plan que contemplaba inversiones de US\$ 65,750 por hectárea, con un rendimiento previsto entre US\$600,000 y US\$1.4 millones, y una tasa de rendimiento interno del 15 al 25 por ciento anual. Muchos de los supuestos de precios, crecimiento y rendimiento utilizados al proyectar el rendimiento, eran sin embargo, excesivamente optimistas en comparación con los niveles documentados actuales. Se esperaba que las plantaciones de teca rindieran de 40 a 48 m³/ha/año, y que la madera se vendiera a precios de entre US\$720 y 2,100 por metro³ (basándose en un aumento anual de precios del 4-8%). Las hipótesis referentes a las tasas estimadas de rendimiento fueron examinadas por un organismo de normas de publicidad y un comité de apelación de los Países Bajos, que llegó a la conclusión de que los rendimientos anunciados sobre las inversiones, eran engañosos. El plan de inversión en la producción comercial de teca se retiró del mercado al finales de 1996 (Centeno, 1997).

IV. MÉTODOS

1. Área de estudio

El área geográfica que abarca la investigación es toda el área en la que se encuentra establecidas las plantaciones de teca y melina del PINFOR de 1997 al 2001. Las zonas de vida en las que se encuentran las plantaciones estudiadas, según la clasificación de Holdridge, son: a) bosque muy húmedo subtropical cálido; b) bosque húmedo subtropical cálido; y c) bosque muy húmedo tropical. En el Apéndice se pueden observar los mapas de ubicación.

2. Recopilación de información

2.1 Expedientes y estudios de capacidad de uso de la tierra. Se revisaron los dictámenes técnicos de todas las plantaciones de teca y melina establecidas desde 1997 hasta 2001, que se encuentran en los expedientes de cada propietario, en la Unidad de Fomento Forestal del INAB. Los datos extraídos fueron los siguientes: a) nombre de la finca/lote; b) ubicación (municipio, departamento y coordenadas geográficas); c) área total reforestada por especie; d) fecha de establecimiento; e) especie(s) plantadas; f) densidad inicial y arreglo; g) % de sobrevivencia; h) % de plantas sanas y problemas fitosanitarios reportados; i) % de cumplimiento de labores culturales; y, j) altura promedio (m) de la plantación. Los datos de los incisos de g) a j), fueron tomados para cada año disponible.

Asimismo, se revisaron los estudios de capacidad de uso de la tierra (ECUT) para recabar las siguientes variables: a) profundidad promedio del suelo (cm); b) pendiente promedio del terreno (%); c) factor de pedregosidad (limitante o no limitante); d) factor de drenaje (limitante o no limitante); y e) uso de la tierra antes del establecimiento de la plantación.

2.2 Sistemas de información geográfica. Con las coordenadas geográficas de la mayoría de las plantaciones (ya que para algunas no se contó con esta información), la utilización de los mapas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) de precipitación promedio, serie de suelos Simmons, fisiográfico y de zonas de vida, y la ayuda del departamento de Sistemas de Información Geográfica del INAB, se obtuvieron los siguientes datos para cada proyecto: a) precipitación media anual (mm/año); b) clasificación del suelo según la serie de suelos Simmons; c) altitud promedio del sitio (msnm); y d) zona de vida según la clasificación de Holdridge. En este sentido, estas variables se consideran a nivel de reconocimiento.

2.3 Encuesta para los propietarios de proyectos del PINFOR. Se entrevistó una muestra de los propietarios de plantaciones del PINFOR, en el período de 1997-2001. Esta muestra se calculó con la fórmula de Yamane: $n = N / (N \times D^2) + 1$. Donde n = tamaño de la muestra (número de beneficiarios a entrevistar), N = tamaño de la población (número total de beneficiarios del PINFOR con plantaciones de teca y/o melina por región), y D = error de muestreo (0.15, o 85% de precisión) (Villatoro, 2000:11).

En esta encuesta se recabó la siguiente información: a) objetivo principal de la plantación; b) elementos que se consideraron en el diseño de la misma; c) medidas de protección al suelo y fuentes de agua que se hayan realizado; d) criterios utilizados para la selección de la(s) especie(s); e) fuente de la semilla o plantas; f) tecnología que se utiliza en el manejo de la plantación; g) principales problemas con los que se ha enfrentado; i) si cuenta o no con asesoría técnica permanente.

2.4 Visitas de campo. Se visitaron varias plantaciones de teca y melina, en los departamentos de Alta Verapaz, Petén, Zacapa, Izabal y Escuintla. En estas visitas se observó la calidad general de las plantaciones y las condiciones en las que éstas se están ejecutando

3. Análisis e interpretación

Se hizo un análisis estadístico descriptivo de las características generales y técnicas de las plantaciones, separándolas por especie y por región administrativa del INAB. También se tabuló y calculó los estadísticos de los resultados más importantes de las encuestas.

Para la determinación del crecimiento inicial, se presentó el problema de la falta de información del diámetro a la altura de pecho en la mayoría de los expedientes, por lo que se decidió solamente tomar en cuenta la altura. Por esta razón no fue posible determinar el volumen ni el área basal promedio de cada plantación. Entonces, se calculó la altura promedio, el Incremento Medio Anual y el Incremento Corriente Anual en altura para cada plantación por año. Se clasificó las plantaciones por su crecimiento, en tres clases de sitio, al determinar el rango de la media del IMA en altura, a la edad base de dos años. Las tres clases son: 1) Alta (con IMA mayor al límite superior del rango), significa plantaciones con el mejor crecimiento y se deduce que son las plantaciones con mayor potencial económico; 2) Media (dentro del rango de la media del IMA), son sitios buenos; y 3) Baja (por debajo del límite inferior del rango), y se considera que son sitios marginales.

Las plantaciones se agruparon por las regiones administrativas del INAB, ya que la investigación será de utilidad práctica para esta institución. Sin embargo, se reconoce que esta agrupación, que no obedece a caracteres ecológicos, no es la ideal para este tipo de análisis, y tampoco es de utilidad práctica para cualquier persona fuera del INAB. Es por esta razón que también se analizó el crecimiento de las plantaciones, agrupándolas según la Zona de Vida en la que se encuentran, y estos resultados se encuentran ubicados en el Apéndice.

Para determinar las variables que inciden en el desarrollo de las plantaciones, se hizo un análisis de correlación de Pearson entre el Incremento Medio Anual y todas las variables climáticas, topográficas y edafológicas que se tenían. Se utilizó el paquete SPSS® 10.0 Windows Student Version.

Para evaluar el desempeño de las plantaciones de teca y melina, se tomaron los criterios del principio 10 de certificación forestal para plantaciones y la base conceptual de los criterios e indicadores de manejo forestal sostenible, comparándolos críticamente con las características que presentan las plantaciones estudiadas.

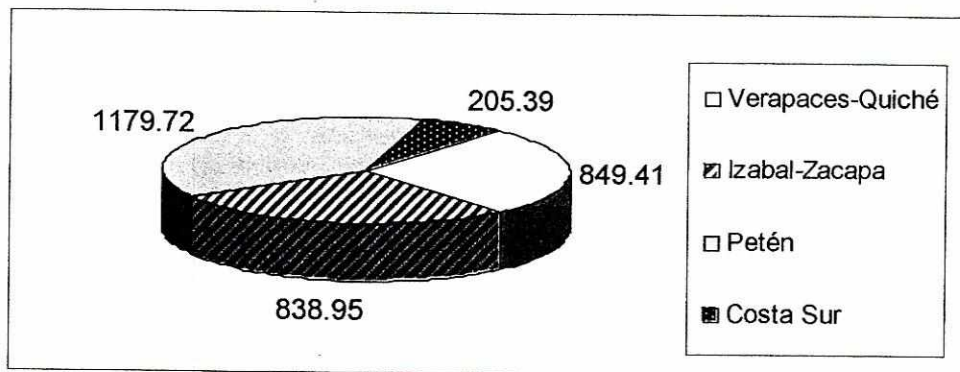
V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para facilitar la comprensión de los resultados, se presentan divididos en varias secciones. Las dos primeras secciones de resultados son de la caracterización *per se*, y de la determinación del crecimiento inicial de las plantaciones, separados por especie y agrupados según la zona de vida en la que se ubican. En la tercera sección de los resultados se presenta el análisis comparativo entre las características de las plantaciones estudiadas y los criterios de manejo forestal sostenible. En la cuarta y última sección, se presenta un análisis de los principales problemas técnicos identificados. En el apéndice cuatro se encuentra el detalle de los resultados de la caracterización de las plantaciones, agrupados por región administrativa del INAB. En el apéndice cinco, seis y siete, se encuentran las propuestas técnicas concretas para el PINFOR.

1. Plantaciones de teca (*Tectona grandis*)

Tectona grandis es la especie que más se ha plantado con el programa de incentivos forestales. Hasta el año 2000, se habían plantado 3,073.67 hectáreas en todo el país, concentrándose mayor área en los departamentos de Petén, Izabal y Alta Verapaz (figura # 1).

Figura # 1. Distribución geográfica del área total plantada con teca*



* Datos de plantaciones establecidas del PINFOR hasta el año 2000, pagadas en el 2001.

Como se puede observar en el cuadro #4 y figura #1, el número de proyectos (plantaciones) y el número de propietarios no refleja adecuadamente el área plantada en cada región. Esto se debe a que el tamaño de las plantaciones varía mucho, y al hecho de que algunos propietarios tienen más de un proyecto de esta especie.

Cuadro # 4. Datos generales sobre la población caracterizada de proyectos de teca**

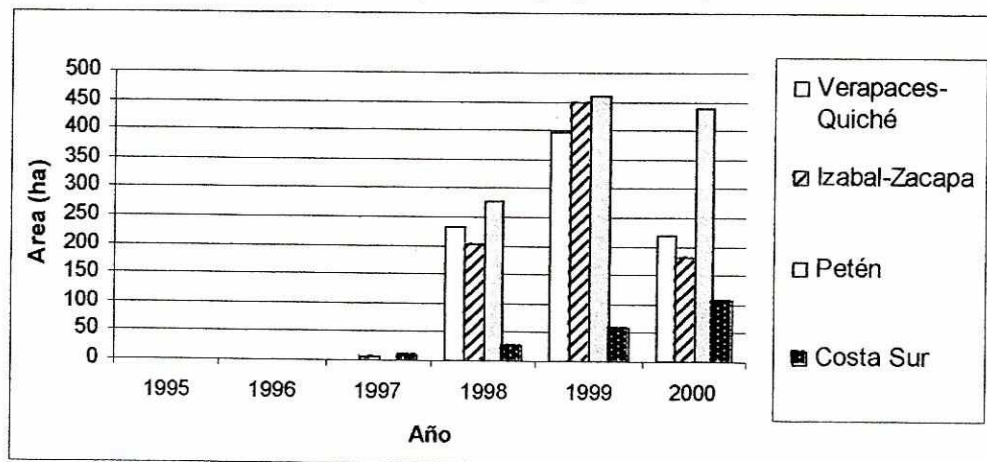
Variable	Regiones				Total
	II Verapaces-Quiché	III Izabal-Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur*	
# Proyectos	36	15	42	23	116
# Propietarios	30	9	30	15	84

*Incluye a los departamentos de Suchitepéquez, Escuintla, Retalhuleu, San Marcos y Santa Rosa

**Datos de plantaciones establecidas hasta el año 2000, pagadas en el 2001.

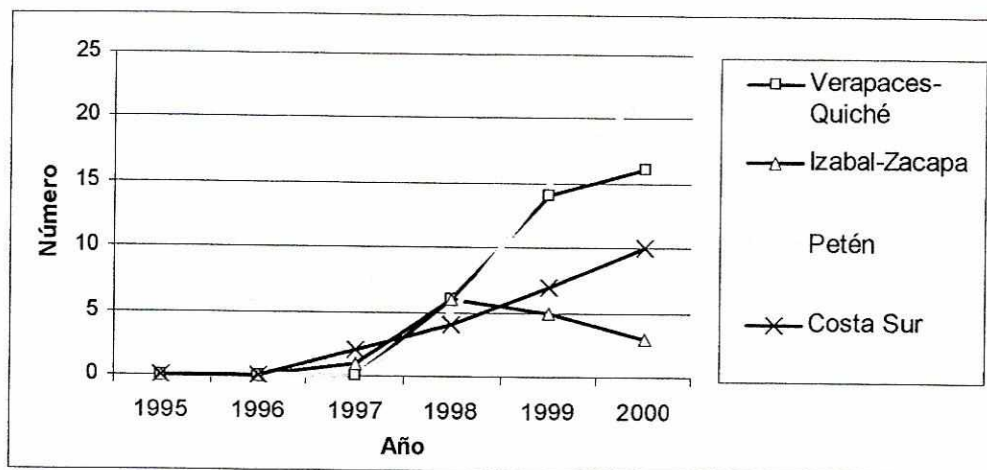
Se puede observar en la figura #2 y #3, que en todas las regiones tanto el área plantada, como el número de proyectos, aumentó bastante rápido del primero al segundo año del PINFOR (1997-1998). Este crecimiento rápido pudo deberse en primer lugar, a la relativa facilidad con la que los proyectos fueron aprobados para ingresar a él, ya que en el comienzo del programa no había especies ni áreas prioritarias, ni otros requisitos más que en la actualidad se evalúan, como por ejemplo la accesibilidad del terreno. En segundo lugar, es probable que haya influido la credibilidad y estabilidad que demostró tener el programa, al cumplirse a tiempo el pago del incentivo, por ejemplo.

Este crecimiento ya no fue de tal magnitud en los siguientes años para todas las regiones. Se puede observar inclusive, reducciones significativas (cerca del 60%) en el área plantada para las regiones de Izabal-Zacapa y Verapaces-Quiché (figura # 2). Este comportamiento es probable que haya sido causado por que los propietarios hayan escogido otras especies para plantar, y en este caso, la disminución en el área plantada con teca, debería estar relacionada con un aumento en la de otra(s) especie(s). También es probable que los propietarios se hayan quedado sin más tierras aptas para ingresar al programa. En este sentido, sería importante analizar la cantidad de nuevos usuarios del programa a través de los años.

Figura # 2. Área plantada (ha) con teca por año.

Aunque el programa empezó en el año 1997, hay algunos proyectos que fueron absorbidos por el mismo ya que fueron plantados antes de 1997 (figura #3). Estos proyectos fueron establecidos en 1995 o 1996, e ingresaron al programa en la etapa correspondiente a su edad, es decir que no se pagaron las fases iniciales (establecimiento y mantenimiento 1).

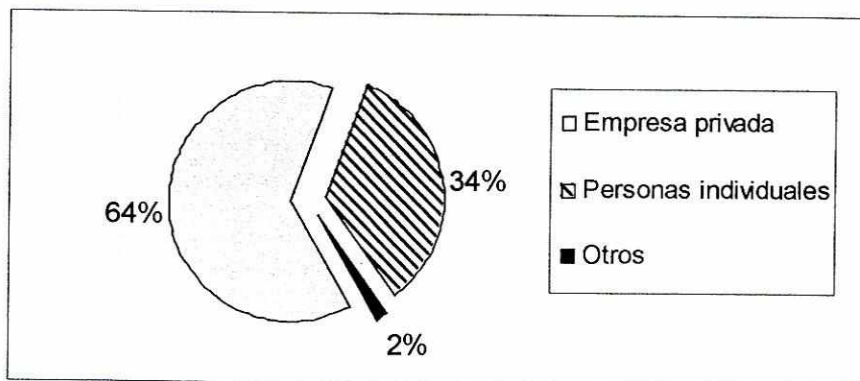
Figura # 3. Número de proyectos de teca por año.



1.1 Características de los propietarios. De los diez diferentes tipos de propietario (personas individuales, empresas privadas, cooperativas, comités, municipalidades, comunidades, fundaciones, asociaciones, ONG's y organizaciones gubernamentales), solamente se ven representados los primeros cinco, como propietarios de plantaciones de teca.

Los tipos de propietarios más representativos son las empresas privadas y las personas individuales (figura #4). Las cooperativas, comités y municipalidades poseen un área insignificante en comparación con los otros tipos. Esto responde principalmente a la manera en la que la tierra está distribuida históricamente en las áreas aptas para teca, y por lo tanto, donde se han establecido plantaciones de esta especie. Por ejemplo, para los casos de Petén, Izabal-Zacapa y la Costa Sur, que generalmente no son áreas típicas de minifundio, las empresas privadas y las personas individuales predominan sobre cualquier otro tipo de propietario. Otra evidencia de lo anterior, es que en Izabal, el 71% del área plantada en esta región (625 hectáreas) está concentrada en una misma empresa privada. También se puede ver reflejada la realidad agraria en el hecho que solamente en la región de Verapaces-Quiché existen comités como propietarios de plantaciones de teca, sin embargo, no poseen un área significativa.

Figura # 4. Distribución del área plantada de teca, según el tipo de propietario del proyecto



En todas las regiones la mayoría de los propietarios poseen un solo proyecto de teca. Generalmente, los proyectos que pertenecen a un mismo propietario, han ingresado al PINFOR en distintos años. En este sentido, en una misma finca hay proyectos de varias edades, y a veces con diferente composición de especies.

1.2 Características generales de los proyectos.

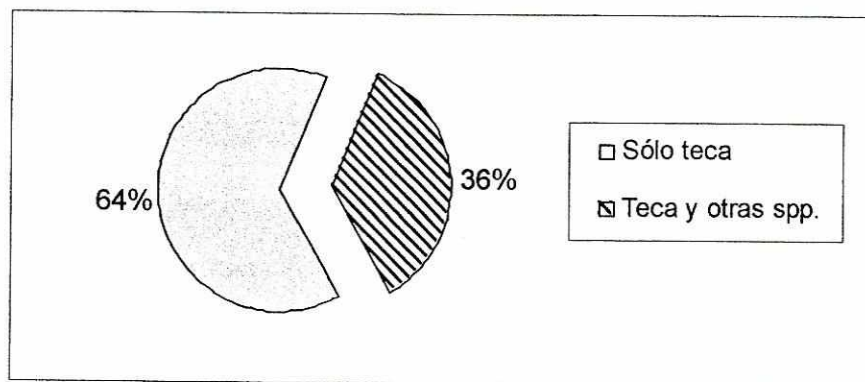
1.2.1 Tamaño del proyecto. En general, los proyectos de teca del PINFOR son de tamaños muy diversos en todo el país; con un promedio de 33.4 ha y una desviación estándar de 36.58. Tanto los proyectos grandes (mayores de 45 ha), como los medianos (de 15 a 45 ha), representan el mismo porcentaje del total (37%). Solamente el 26% ocupa superficies menores de 15 ha. A pesar de lo anterior se puede observar cierta tendencia según la región administrativa del INAB. Tanto en la región II (Verapaces-Quiché), como en la IX (Costa Sur), hay más proyectos medianos, es decir, de 15 a 45 ha. Por otro lado, en las regiones III (Izabal-Zacapa) y VIII (Petén), presentan características semejantes en el hecho que predominan los proyectos grandes, mayores de 45 ha. Esta característica está vinculada también a la realidad agraria que se mencionó anteriormente. Sin embargo, el tamaño de los proyectos también responde, muchas veces, a la manera particular como los propietarios han seccionado sus propiedades con el objetivo de contar con rodales de diferentes edades (proyectos que entran al programa en diferentes años) y/o especies.

1.2.2 Composición de especies. El 64% de las plantaciones están establecidas exclusivamente con teca (figura #5). El resto está compuesto por distintas mezclas de teca con otras especies. Las especies con las que principalmente se mezcla teca, son cedro, caoba, matilisguate, palo blanco y eucalipto. El eucalipto se pudo encontrar casi exclusivamente en las plantaciones de la Costa Sur, y en plantaciones con las especies intercaladas en el mismo rodal. Esto se debe a que se pretende obtener postes de eucalipto en el primer raleo. Hay algunas

plantaciones en las que se ha mezclado con especies poco comerciales, como conacaste, madrecaao, mundani y jocote jobo.

El 30% de las plantaciones que fueron establecidas con mezcla de especies, fueron diseñadas para que cada especie conformara rodales puros. En las demás, las especies se encuentran mezcladas entre sí en el mismo rodal. Este arreglo es comúnmente utilizado cuando se mezcla teca con caoba y cedro, con el objeto de establecer a las meliáceas alejadas entre sí y con otras especies de barrera (en este caso con teca), para reducir el riesgo de ataque de *Hypsiphylia grandella*⁵.

Figura # 5. Distribución del área plantada de teca, según la composición de especies.



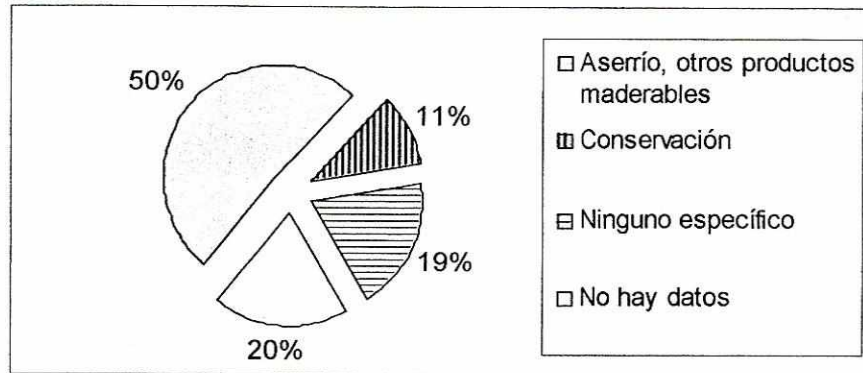
Al analizar la composición de especies por región, se puede observar que en la región III (Izabal-Zacapa) casi la totalidad (el 99%) de los proyectos están establecidos solamente con teca. Esto responde principalmente, al hecho que en esta región se encuentran plantaciones extensivas, propiedad de empresas forestales, que han sido diseñadas de la manera tradicional, esperando maximizar sus beneficios a través del monocultivo. En la Costa Sur sucede lo contrario, ya que la mayoría (el 85%) de las plantaciones fueron diseñadas con diversas especies. Generalmente las plantaciones en esta región no son grandes, y se han establecido por diversos intereses de los propietarios, que casi nunca tienen una visión empresarial de producción maderera intensiva.

La extensión más grande plantada exclusivamente con teca, concentrada en un mismo lugar, está en el municipio de Livingston, Izabal, donde hay establecidas con el PINFOR hasta el año 2000, 827.20 hectáreas teca. La segunda extensión más grande de monocultivo de teca está en el municipio de Dolores, Petén, con 504 ha hasta el año 2000.

⁵ Gusano barrenador de tallos que ataca a la caoba y al cedro.

1.2.3 **Objetivo principal.** Dado que la especie en cuestión es altamente comercial, principalmente en el mercado internacional, la mayor parte (50%) de las plantaciones tiene el objetivo principal de producción de madera para aserrío (figura # 6).

Figura # 6. Distribución del número de proyectos de teca, según su objetivo principal.



En las regiones de Izabal-Zacapa y Petén, predomina el objetivo de producción de madera (67% y 82% respectivamente). En la región de las Verapaces-Quiché, predomina el hecho de que las plantaciones se establecieron sin ningún objetivo específico. Generalmente, las plantaciones que tienen el objetivo principal de conservación fueron establecidas con una mezcla de especies, ya sea en el mismo rodal o en diferentes.

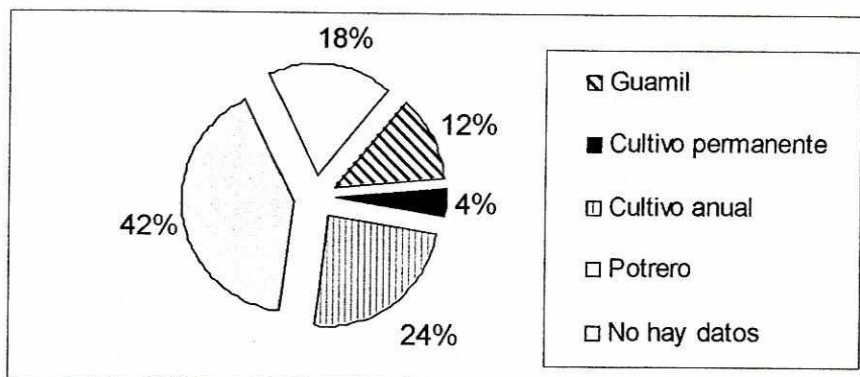
Hay cierta relación entre el objetivo principal de los proyectos, su tamaño y composición de especies. Se evidencia al observar que en las regiones de Izabal-Zacapa y Petén, donde predomina un objetivo claro de producción de madera, también predominan los proyectos grandes exclusivamente de teca. Por el contrario, en la región de las Verapaces-Quiché, en donde predominan los proyectos medianos y con mezcla de especies (muchas veces no comerciales), también hay incertidumbre sobre su objetivo.

1.2.4 **Uso anterior de la tierra.** El 42% del área plantada con teca, fue establecido en tierras que eran utilizadas anteriormente como potreros (figura #7). Un área considerable (24%) fue plantada en sitios dedicados a cultivos anuales. Con la información con la que se pudo contar, se estableció que solamente el 12% del área plantada con teca, sustituyó guamil o bosque secundario.

Al analizar esta característica por región, resultó que las regiones de las Verapaces-Quiché y la Costa Sur presentan las mismas características; ya que predomina el cultivo anual sobre todos los

otros usos. Por otro lado, en la región de Izabal-Zacapa y Petén, la mayoría de proyectos fueron establecidos en tierras dedicadas anteriormente a la ganadería.

Figura # 7. Distribución del área plantada de teca, según el uso anterior de la tierra.



1.3 Características técnicas de los proyectos.

1.3.1 Densidad inicial. Casi todos los proyectos de teca (el 90%), fueron establecidos con una densidad inicial de 1,111 árboles/ha y con un arreglo al cuadro, con un distanciamiento entre cada árbol de 3m x 3m. Esta es la densidad que se recomienda para la producción de madera de aserrío, y aunque los proyectos no tengan este objetivo definido, esta densidad es la más comúnmente sugerida. Un distanciamiento de 2.5 x 2.5, dando la densidad inicial de 1,600 árboles / ha, es sugerida generalmente para áreas muy escarpadas, y en algunos casos fue la densidad utilizada en plantaciones mixtas, para evitar malformaciones y bifurcaciones de los árboles.

1.3.2 Mortalidad. La mortalidad en los proyectos de teca del PINFOR no ha sido muy alta. En promedio para todas las regiones, el porcentaje de mortalidad es de 9.6%. Este índice no varía significativamente según la edad de la plantación. Es importante señalar también, que en ningún caso el porcentaje de mortalidad reportado, es menor que el mínimo establecido por el Reglamento del PINFOR. Esto se debe a que es uno de los requisitos para que se haga efectivo el pago del incentivo, y por ende, para que la plantación se mantenga dentro del programa.

Generalmente, la mortalidad de los árboles se ha debido a la competencia con las malezas, consecuencia de una pobre o nula realización de las limpiezas. A pesar que teca es una especie que generalmente se adapta a una gran variedad de sitios, otro factor relevante para la mortalidad de los individuos es la falta de preparación adecuada del sitio a la hora del establecimiento de la plantación, especialmente en los sitios que anteriormente fueron utilizados para pastoreo y el suelo se encuentra compactado.

1.3.3 Fitosanidad. A pesar de que las plantaciones en monocultivo representan un riesgo potencial para ataques de plagas y enfermedades, en el caso de las plantaciones de teca del PINFOR, no se ha reportado problemas fitosanitarios importantes. Según los dictámenes técnicos, en promedio, el 98.68% de los individuos en las plantaciones de teca, están sanos. Los dictámenes técnicos de las evaluaciones anuales de los proyectos, generalmente se limitan a presentar el porcentaje de plantas sanas; casi nunca se especifica la causa por la cual la plantación tenga un cierto porcentaje de fitosanidad. Según los propietarios, no ha habido problemas de plagas o enfermedades de importancia económica, sin embargo, reconocen que los ataques de zompopos son la amenaza más importante en las etapas iniciales de la plantación.

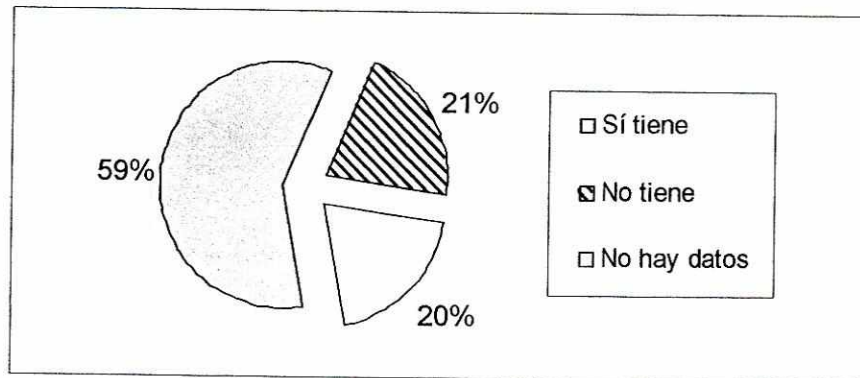
Para este índice los reportes tampoco se salen del rango permitido por el reglamento del PINFOR, ya que también es uno de los requisitos para que se pague el incentivo.

1.3.4 Labores culturales. Las labores culturales que los propietarios deben realizar en sus plantaciones son básicamente las limpias y plateo de los árboles y las fajas contra incendios, al inicio, y las podas y el raleo cuando haya recesión de copas. De las plantaciones estudiadas, no se tuvo conocimiento de alguna que ya haya realizado raleos ni podas.

Según los dictámenes técnicos, en promedio, los propietarios cumplen en un 93.25% las labores culturales que han planificado. Es importante señalar que en este sentido, no se cumple con lo que se especifica en el Reglamento del PINFOR, ya que las labores culturales deberían estar cumplidas, al momento de la evaluación, en un 100% de lo planificado, para poder certificar el pago del incentivo. En cuanto a este requisito, los reportes en los expedientes no son muy explicativos, ya que no se especifica la causa por la cual las labores culturales no se cumplieron en su totalidad.

1.3.5 Asesoría técnica. Se pudo constatar que la mayoría de los proyectos de teca (el 59%), cuentan con asesoría técnica permanente, ya sea como regentes contratados por el propietario o el mismo propietario está calificado para serlo (figura #8). A pesar de lo anterior, hay un número significativo de casos en los que no se cuenta con asesoría contratada por el propietario, solamente la que los técnicos del INAB proporcionan. La mayor incidencia (el 40%) de proyectos sin asesoría se encuentra en la región de las Verapaces-Quiché. En el caso de esta región, se cuenta con cierta presencia de los técnicos forestales municipales, sin embargo, la calidad y cantidad de la asesoría que estos técnicos pueden ofrecer se queda corta, ya que tienen muchas otras responsabilidades y realmente no les compete ser asesores de los propietarios.

Figura # 8. Distribución del número de proyectos de teca que cuentan con asesoría técnica o no.



1.3.6 Fertilización. El 47% de los proyectos fueron fertilizados, por lo menos a la hora del establecimiento de la plantación. La aplicación de fertilizantes casi nunca se vuelve a realizar durante los años siguientes al establecimiento. Muchos de los propietarios no ven necesaria la fertilización de la plantación, y muy pocos de ellos comentaron haber realizado análisis químico del suelo para determinar deficiencias. En este sentido, es evidente la falta de investigación y divulgación sobre los efectos de diferentes fertilizantes en el desarrollo de las plantaciones forestales, en diferentes sitios. Al analizar esta variable por región, se puede observar que el comportamiento es similar en todas.

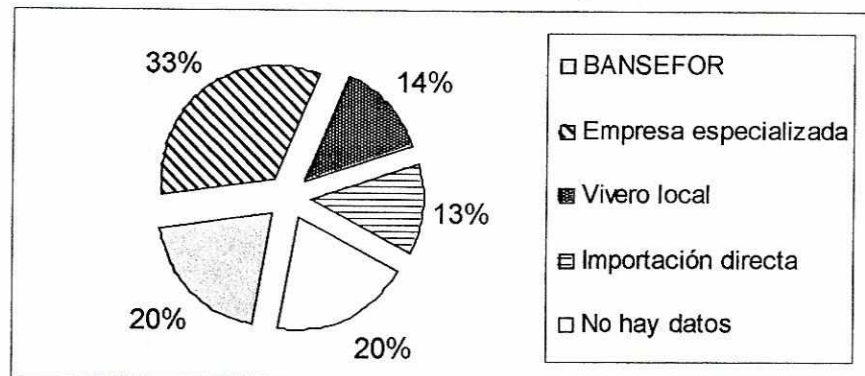
1.3.7 Tecnología utilizada. Para la realización de las limpiezas de maleza, la mayoría de los proyectos (59%) utiliza métodos manuales (machete) en todas las regiones. Solamente pocos proyectos (21%), generalmente grandes, cuentan con mecanización para hacer esta labor, y consiste principalmente en motochapeadoras. Generalmente, no se utilizan químicos (herbicidas) en ninguna región, y donde se ha dado el caso, ha sido exclusivamente para la limpiar el sitio previo al establecimiento de la plantación.

La mayoría de los proyectos (62%), fueron establecidos con plantas producidas en bolsas. Muchos propietarios han utilizado tanto bolsas como contenedores, para probar su desempeño, y han tenido diversas experiencias con ambas tecnologías. Algunas veces el costo más bajo y mayor facilidad práctica del establecimiento de la plantación, al utilizar contenedores, se ha compensado con baja sobrevivencia y la necesidad de replantar. Por otro lado, algunos propietarios han tenido buenos resultados con los contenedores, sin necesidad de replantar mucho. En este caso, nuevamente se hace evidente la necesidad de investigar más al respecto.

1.3.8 Fuente de semillas o plantas. La fuente de las semillas y plantas se ha dispersado en varias empresas especializadas y en el Banco de Semillas Forestales del INAB, 33% y 20% respectivamente (figura #9). Generalmente, los propietarios de grandes proyectos son los que han hecho importaciones directas de la semilla de teca, esperando obtener mayor certeza de su calidad, al ser material certificado. Según los propietarios, estas importaciones se han hecho principalmente de Costa Rica.

Al analizar esta variable por región, resultó que en la región de Izabal-Zacapa, que es donde se encuentran las plantaciones más grandes, la mayoría de los proyectos (50%) fueron establecidos con material importado. En este caso, se esperaría que estas plantaciones muestren mayor competitividad, tanto en calidad como en crecimiento, ya que el material con el que fueron establecidas tiene mayor certeza de su calidad, comparado con el que se ofrece en Guatemala actualmente.

Figura # 9. Distribución del número de proyectos de teca, según la fuente de semillas o plantas



1.4 Crecimiento inicial en altura. En un principio, se esperaba poder analizar el crecimiento inicial en altura, área basal y volumen de las plantaciones, sin embargo, no se pudo obtener una cantidad significativa de datos de diámetro a la altura del pecho (DAP) para las plantaciones de teca. Por esta razón, el análisis de crecimiento inicial se hizo solamente con la variable de altura promedio de las plantaciones.

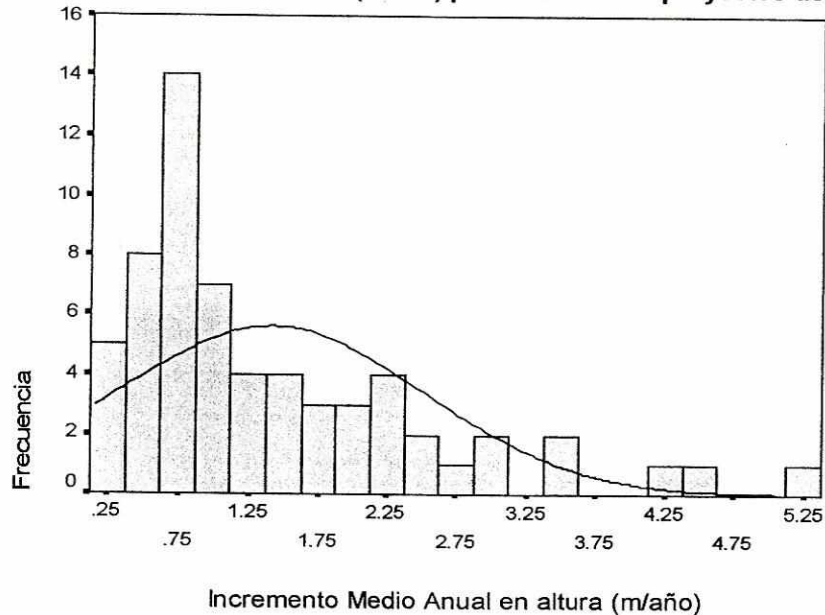
Como se puede apreciar en el cuadro #5, existe bastante variación en cuanto al incremento en altura de las plantaciones de teca. Esta variación responde al hecho que éstas han sido establecidas en diferentes sitios y con material genético variado, del cual muchas veces no se tiene certeza de su calidad.

Cuadro # 5. Resumen de estadísticos descriptivos del IMA e ICA de los proyectos de teca*

Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Incremento medio anual (m/año)	1.59	0.21	5.15	1.10
Incremento corriente anual (m/año)	1.88	0.19	7.46	1.55

*Datos de plantaciones establecidas de 1997 hasta el año 2000. Se tomaron datos de 62 proyectos (2,037.57ha, 66.29% de toda el área plantada con teca hasta el año 2000), ya que fueron los que contaban con información para todas las variables estudiadas. Las edades varían desde 1 hasta 4 años.

A pesar de la variación mencionada, se puede observar en la figura #10 que la mayoría de las plantaciones se encuentran en el extremo inferior de la distribución normal, tanto para el incremento medio anual, como para el corriente anual. En este sentido, se puede ver que los crecimientos muy altos no son comunes, ni en el número de plantaciones con estos crecimientos, ni en el área que representan.

Figura # 10. Distribución del IMA (altura) promedio de los proyectos de teca

Como se puede observar en el cuadro #6, la mayoría del área plantada del PINFOR con teca (29.11%), se han desarrollado en altura de tal manera que se encuentran en sitios de calidad media, es decir que tuvieron un IMA en altura de 0.65 – 1.80 m/año a la edad de dos años. Se puede observar también que hay un área significativa, de 551.27 ha plantadas con teca, que no alcanza un ritmo de crecimiento aceptable, esto es, menos de 1.27 m/año.

Cuadro # 6. Clasificación de la calidad del sitio de los proyectos de teca; edad base de 2 años.

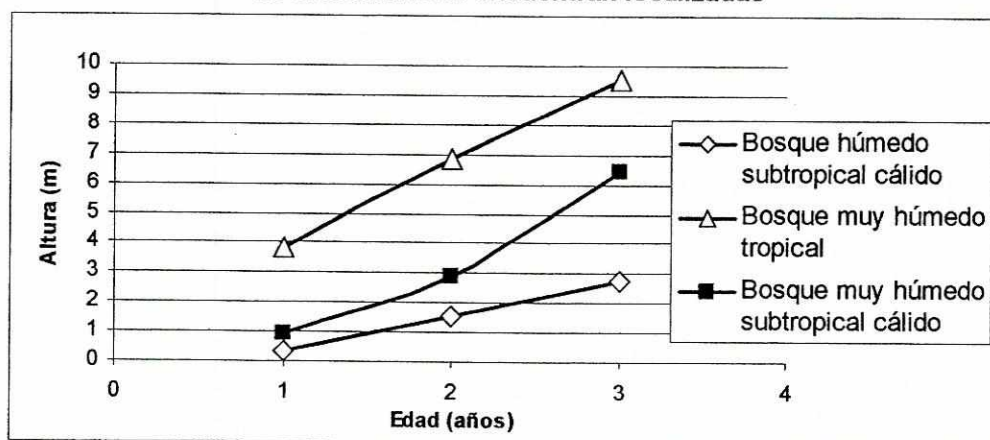
Calidad de Sitio	Altura (m)	IMA altura (m/año)	Distribución del área plantada	
			Área (ha)	% del total
Alta	≥ 3.62	≥ 1.81	591.62	17.93
Media	1.28 – 3.61	0.65 – 1.80	894.68	29.11
Baja	≤ 1.27	≤ 0.64	551.27	19.25
TOTAL			2037.57*	66.29*

* Para el resto del área plantada con teca (1036.1 ha, 33.71%), no se pudo contar con datos de crecimiento inicial en altura.

Al comparar el crecimiento inicial en altura por zona de vida (figura #11), resultó que los mejores crecimientos se han registrado en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical. Esto se debe principalmente al hecho de que esta zona se caracteriza por una mayor precipitación media anual (6000 mm/año), mayor temperatura (24 – 30 °C) y poca elevación sobre el nivel del mar (0 – 1267 msnm). Esta zona de vida se encuentra localizada exclusivamente en el departamento de Izabal.

La mayor parte del área plantada con teca se encuentra establecida dentro de la zona de vida de bosque muy húmedo subtropical cálido, la cual resultó con crecimientos medios al comparar con las plantaciones de otras zonas de vida. Esta zona se caracteriza por una precipitación media anual de 1826 mm/año; la temperatura va de 21 a 25 °C, y la elevación del terreno es de 80 a 1600 msnm. Los peores crecimientos se observaron en las plantaciones que se encuentran establecidas dentro de la zona de vida llamada bosque húmedo subtropical cálido, y es posible que sea porque esta zona se caracteriza con menor cantidad de lluvia (1,160 a 1,700 mm/año).

Figura # 11. Comparación de la altura promedio de las plantaciones de teca, según la zona de vida donde se encuentran localizadas

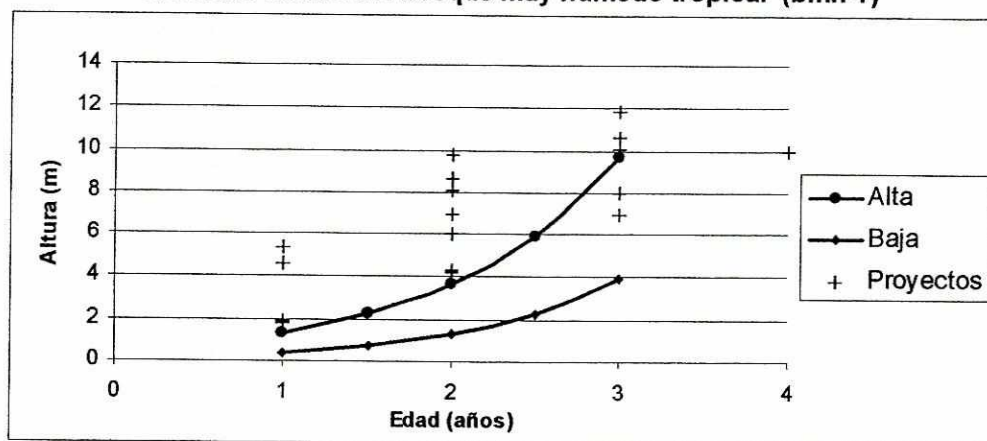


1.4.1 Bosque muy húmedo tropical. El 22.80% del área plantada con teca se encuentra ubicada en esta zona de vida. Se puede observar que existe cierta variabilidad en el crecimiento inicial en altura (figura #12). Sin embargo, en general, las plantaciones ubicadas en esta zona de

vida han mostrado crecimientos sobresalientes a comparación del resto, ya que muestran alturas por encima del límite superior de la media para todas las plantaciones. Se puede observar una declinación progresiva tanto para el incremento medio anual como para el incremento corriente anual, dado que la mayoría de las plantaciones tuvieron un crecimiento muy rápido al principio, sin mantener esta velocidad a través del tiempo (cuadro #7). Esta declinación puede ser producto de suelos no muy profundos o con capas de arcilla luego de la capa arable del suelo, lo cual impide a las raíces seguir desarrollándose como al principio.

Es importante mencionar que una alta humedad y temperatura favorece al crecimiento de las plantas como teca, sin embargo, la humedad de esta zona excede a la humedad del sitio de origen de esta especie. Por esta razón, se observa en las plantaciones de teca, una cantidad considerable de musgo y hongos en los fustes de los árboles. Esto puede afectar la calidad de la madera y propiciar pudriciones en las raíces.

Figura # 12. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de teca ubicadas dentro del bosque muy húmedo tropical (bmh-T)



Cuadro # 7. Desarrollo en altura para plantaciones de teca ubicadas dentro del bmh-T.

Edad (años)	Altura media (m)	Ámbito de variación		Desviación estándar	IMA promedio (m/año)	ICA promedio (m/año)
		Mínimo	Máximo			
1	3.82	1.8	5.4	1.83	3.82	3.82
2	6.87	4.27	9.8	2.14	3.43	4.13
3	9.51	7	11.8	1.96	3.17	1.95

En cuanto a las características de sitio que presentan las plantaciones, se pudo observar poca variación (cuadro #8). Esto responde principalmente al hecho que la mayor parte de estas plantaciones están concentradas en una misma finca, y a pesar de que presentan diferencias en

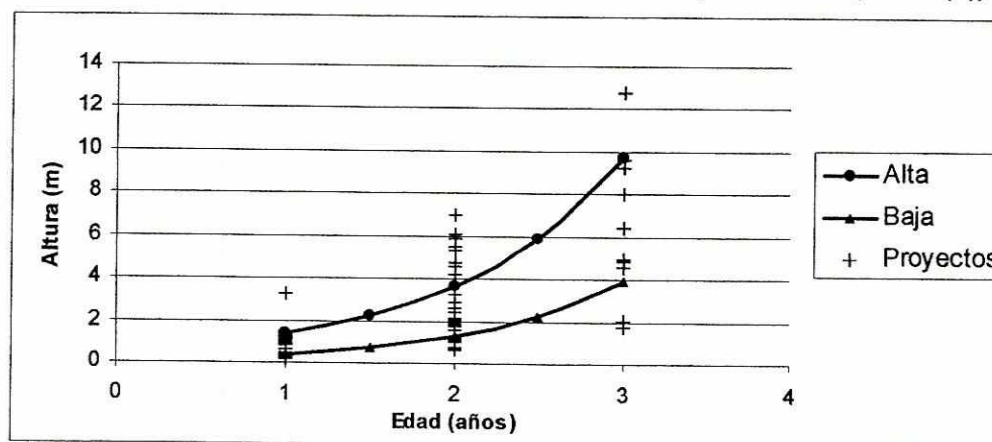
cuanto al crecimiento, las características del sitio resultaron siendo las mismas por el nivel de detalle con el que se obtuvieron los datos, es decir a nivel de reconocimiento. En este sentido, se hace evidente la necesidad de ahondar más el análisis, obteniendo los datos a nivel de finca, y no a nivel de reconocimiento.

Cuadro # 8. Características de sitio de las plantaciones de teca dentro del bmh-T.

Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Altitud (msnm)	156	10	206	86.65
Precipitación media anual (mm)	2726	2180	2937	360.51
Profundidad del suelo (cm)	31	10	45	12.84
Pendiente (%)	24	24	24	0
pH	6.58	5	7.1	0.91

1.4.2 Bosque muy húmedo subtropical cálido. En esta zona de vida se encuentra concentrada la mayor parte de las plantaciones de teca, es decir, el 76.51%. El crecimiento para estas plantaciones ha sido bastante variado, como se puede observar en la figura #13. A pesar de que hay plantaciones con crecimiento inicial en altura bastante alto, no se puede generalizar para toda la zona de vida, puesto que también se encuentran plantaciones con crecimientos muy bajos. En general, resultó que las plantaciones de esta zona de vida muestran un crecimiento medio, ya que el IMA en altura para los dos años de edad (1.44 m/año), está dentro del rango de la media, que es 0.65 – 1.80 m/año (cuadro #9).

Figura # 13. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de teca ubicadas dentro del bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S(c))



Cuadro # 9. Desarrollo en altura para plantaciones de teca dentro del bmh-S(c).

Edad (años)	Altura media (m)	Ámbito de variación		Desviación estándar	IMA promedio (m/año)	ICA promedio (m/año)
		Mínimo	Máximo			
1	0.92	0.23	3.28	0.71	0.92	0.92
2	2.89	0.63	7.00	1.81	1.44	4.19
3	6.42	1.75	12.75	3.49	3.21	3.16

Sobre las características de sitio, en esta zona de vida, las plantaciones mostraron gran variabilidad (cuadro #10). En algunos casos, generalmente los ubicados en la Costa Sur, presentaron mayor precipitación media anual (4000 mm/año) que la reportada para esta zona de vida (1587 – 2066). Estas plantaciones fueron precisamente las que presentaron mejores crecimientos. Además de la cantidad de humedad la profundidad del suelo también afectó en algunos casos el comportamiento de las plantaciones; en general, las de la Costa Sur sobresalieron en comparación con las ubicadas en el departamento del Petén aunque estén en la misma zona de vida.

Cuadro # 10. Características de sitio de las plantaciones de teca dentro del bmh-S(c).

Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Altitud (msnm)	219	17	646	137.97
Precipitación media anual (mm)	2293	1398	4000	735.69
Profundidad del suelo (cm)	73	40	150	38.06
Pendiente (%)	17	2	48	12.71
pH	6.25	4.85	7.1	0.83

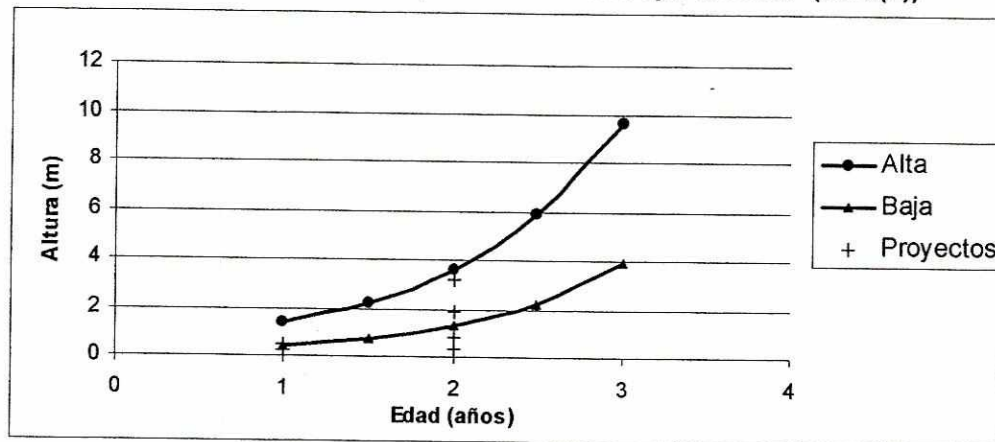
1.4.3 Bosque húmedo subtropical cálido. En esta zona de vida no se encuentran ubicadas muchas plantaciones de teca, solamente el 0.69% del total del área plantada con esta especie. En cuanto al crecimiento inicial en altura, para esta zona de vida, resultó bastante deficiente en general. El IMA en altura para la edad de dos años, está por debajo del límite inferior de la media (cuadro #11 y figura #14).

Las características del sitio para las plantaciones dentro de esta zona de vida, varían poco, como se puede observar en el cuadro #12. Se pudo encontrar cierta diferencia entre el crecimiento de las plantaciones que se encuentran en el Petén, con la que se encuentra en la Costa Sur (Taxisco, Santa Rosa), a pesar de pertenecer a la misma zona de vida. La diferencia más importante entre las características del sitio, es que en Taxisco, la profundidad del suelo resultó mayor (125 cm) que para todas las de Petén (45 – 50 cm).

Cuadro # 11. Desarrollo en altura para plantaciones de teca dentro del bh-S(c).

Edad (años)	Altura media (m)	Ámbito de variación		Desviación estándar	IMA (m/año)	ICA (m/año)
		Mínimo	Máximo			
1	0.43	0.23	1.17	0.26	0.43	0.43
2	1.78	0.33	3.46	0.99	0.95	1.51
3	4.89	4.34	5.49	0.46	2.45	2.05

Figura # 14. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de teca ubicadas dentro del bosque húmedo subtropical cálido (bh-S(c))



Cuadro # 12. Características de sitio de las plantaciones de teca dentro del bh-S(c).

Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Altitud (msnm)	219	150	302	63.30
Precipitación media anual (mm)	1709	1543	2000	204.94
Profundidad del suelo (cm)	80	45	125	38.94
Pendiente (%)	14	4	20	7.66
pH	6.8	5.9	8.1	1.0

1.5 Variables que inciden en el desarrollo inicial de las plantaciones. Las correlaciones mostradas en el cuadro #13 son bastante bajas, por lo que es necesario ampliar la muestra y obtener datos a nivel de detalle de cada proyecto. Sin embargo, todos los proyectos mostrando crecimiento sobresaliente, coincidieron en estar en el rango de altitud de 10 – 300 msnm y tener un suelo de profundidad de mediana a profunda. Otras características que presentaron las plantaciones con buen crecimiento, pero con correlación no significativa, fue topografía tendiendo a ser plana o con ondulaciones no muy pronunciadas. Los proyectos clasificados como en sitios malos presentaron altitudes mayores a 300 msnm (por eso la

correlación es negativa) y con suelos delgados. Todas las demás características presentan demasiada dispersión, constatando que teca es una especie que se adapta muy bien a una gran variedad de sitios. Sería conveniente que se revisara en el futuro, la cantidad y fuerza de los vientos de los sitios, y la textura del suelo, ya que se ha reportado en la literatura como factor limitante los sitios ventosos y la textura arcillosa.

Cuadro # 13. Variables de sitio con correlación significativa con el IMA de las plantaciones caracterizadas de teca.

Variable	Índice de correlación Pearson
Altitud (msnm)	-0.358 *
Profundidad del suelo (cm)	0.521 **
Pendiente (%)	0.323 *

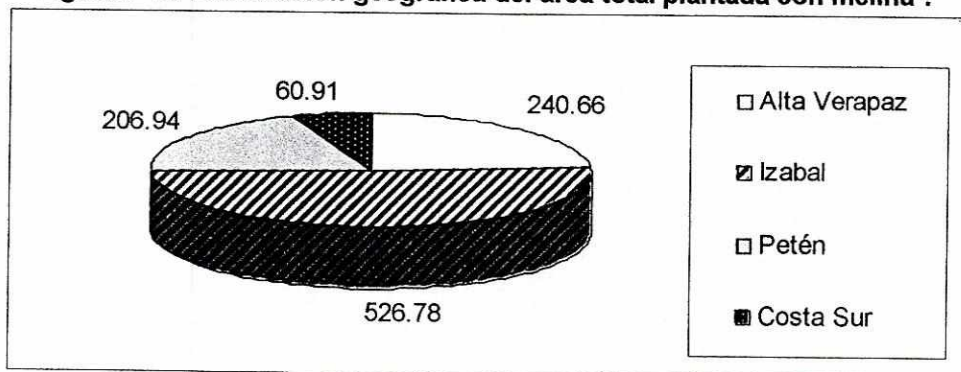
* Correlación significativa al nivel de 0.05. ** Correlación significativa al nivel de 0.01.

2. Plantaciones de melina (*Gmelina arborea*)

Gmelina arborea es la tercera especie latifoliada (después de teca y cedro), que más se ha plantado con el PINFOR. Hasta el año 2000, se han plantado 1,035.29 hectáreas en todo el país. La mayor parte de esta área se concentra en los departamentos de Izabal (figura #15).

Al observar la cantidad de proyectos y propietarios de plantaciones de melina del PINFOR, se puede notar que realmente no hay tantos proyectos de melina comparado con teca (cuadro #14). También es interesante anotar que en este caso, la cantidad de propietarios es casi igual a la cantidad de proyectos, lo cual no sucede en el caso de teca. Como se mencionó anteriormente, el número de proyectos y propietarios no refleja el área plantada, ya que los proyectos varían en tamaño.

Figura # 15. Distribución geográfica del área total plantada con melina*.



* Datos de plantaciones establecidas del PINFOR hasta el año 2000, pagadas en el 2001.

Cuadro # 14. Datos generales sobre la población caracterizada de proyectos de melina**

Variable	Regiones				TOTAL
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur*	
# Proyectos	8	7	17	7	39
# Propietarios	5	7	12	6	30

*Incluye a los departamentos de Suchitepéquez y Escuintla.

** Datos de plantaciones establecidas hasta el año 2000, pagadas en el 2001.

Se puede observar que tanto el área plantada, como el número de proyectos de melina, ha tenido alzas y bajas en todas las regiones desde que empezó el PINFOR (figura #16 y #17). En las regiones de Alta Verapaz, Petén y Costa Sur, disminuyó significativamente tanto el área plantada como el número de proyectos. Es probable que este comportamiento se deba a que se han seleccionado otras especies.

Solamente en Izabal aumentó significativamente el área plantada y número de proyectos de melina en el año 2000. Es interesante el hecho que en este mismo año y región, disminuyera la cantidad de proyectos y área plantada de teca. Es posible que esto se deba a que los propietarios dejaron de plantar una especie para establecer otra; sin embargo, haría falta analizar el comportamiento de todas las demás especies. Además, los propietarios de plantaciones de melina, no son en su totalidad ni mayoría, los mismos de las plantaciones de teca. Al igual que en el caso de teca, hubo algunas plantaciones de melina que fueron establecidas uno o dos años previo a la entrada en funcionamiento del PINFOR, en 1997, y éstas fueron absorbidas por el programa (figura #17).

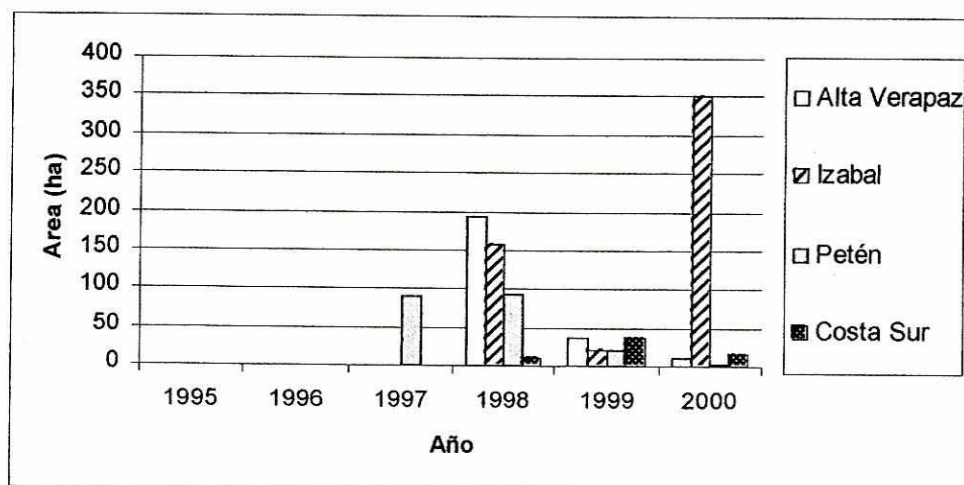
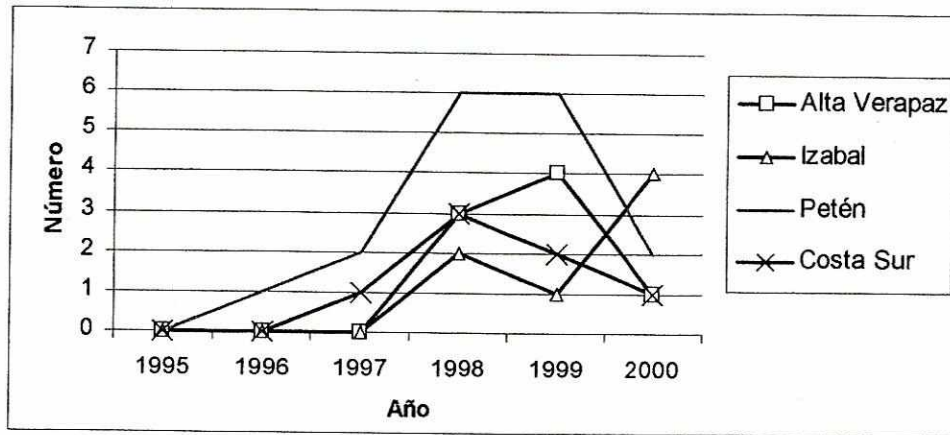
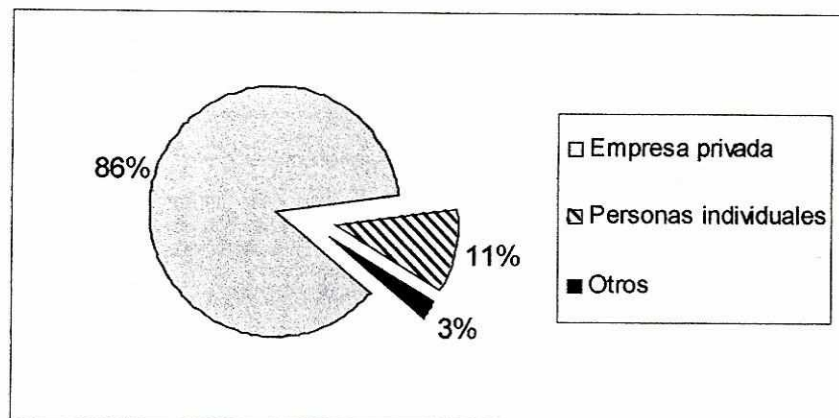
Figura # 16. Área plantada (ha) con melina por año.

Figura # 17. Número de proyectos de melina por año



2.1 Características de los propietarios. Similar al caso de teca, de los diez diferentes tipos de propietarios del PINFOR, solamente cinco tipos están representados por los propietarios de plantaciones de melina. En este caso sí se ven representadas las comunidades, pero no los comités. Sin embargo, ambos tipos de propietarios son similares porque el incentivo beneficia directamente a un grupo más grande de personas y del área rural, a diferencia de los otros tipos de propietarios. A pesar de lo anterior, los propietarios de los proyectos de melina del PINFOR son en su mayoría (86%) empresas privadas (figura #18).

Figura # 18. Distribución del área plantada de melina, según el tipo de propietario del proyecto



Al analizar el tipo de propietario por región, se puede observar similitud entre Alta Verapaz e Izabal, en donde solamente se presentan dos tipos de propietario, empresa privada y persona individual, predominando en ambas, el primer tipo. Varias de estas empresas privadas tienen proyectos en ambos departamentos. En la Costa Sur, se observa más dispersión en cuanto al tipo de beneficiario, ya que se hay representados cuatro tipos, siendo la persona individual la

predominante. En Petén predomina la persona individual en cuanto a número de proyectos, pero son las empresas privadas las que tienen el 83.74% del área plantada con melina en este departamento. Como se mencionó en el análisis de los resultados de teca, este comportamiento responde directamente a la situación agraria de las áreas aptas para plantaciones de melina.

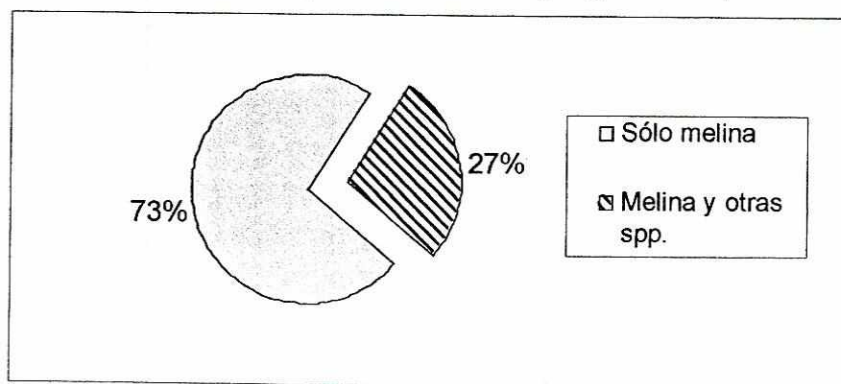
En cuanto al número de proyectos de melina por propietario, solamente en Alta Verapaz predomina el hecho que los beneficiarios posean más de un proyecto de melina, generalmente son propiedad de empresas privadas. En todas las demás regiones, generalmente los propietarios solamente tienen un proyecto.

2.2 Características generales de los proyectos.

2.2.1 Tamaño del proyecto. Las plantaciones de melina establecidas con el PINFOR tienen un tamaño promedio de 20.6 ha; sin embargo, existe variación significativa (desviación estándar de 33.85). A pesar del hecho que la mayoría de proyectos de melina (el 45%) tiene más de 45 ha, los proyectos grandes de melina no son tan comunes como sucede con teca. Al analizar esta característica por región, resultó que solamente en la región de Izabal, la mayoría de proyectos tiene una extensión mayor de 45 ha, inclusive son mayores a 90 ha. Esto tiene relación con el hecho que estos proyectos pertenecen a empresas privadas, que por lo regular tienen más acceso a extensiones grandes de tierra para reforestarlas. En las demás regiones lo común son los proyectos pequeños, regularmente con áreas menores de 5 ha.

2.2.2 Composición de especies. El tamaño de los proyectos está relacionado en cierta medida con la composición de especies, ya que regularmente los proyectos clasificados aquí como pequeños no son exclusivos de melina, sino que están asociados con otras especies, que son las que ocupan más área en el proyecto. Sin embargo, las plantaciones más grandes de melina son establecidas como monocultivos tradicionales, constituyendo el 73% del área plantada (figura #19). A diferencia del caso de teca, no existen concentraciones grandes en un solo sitio de plantaciones de melina.

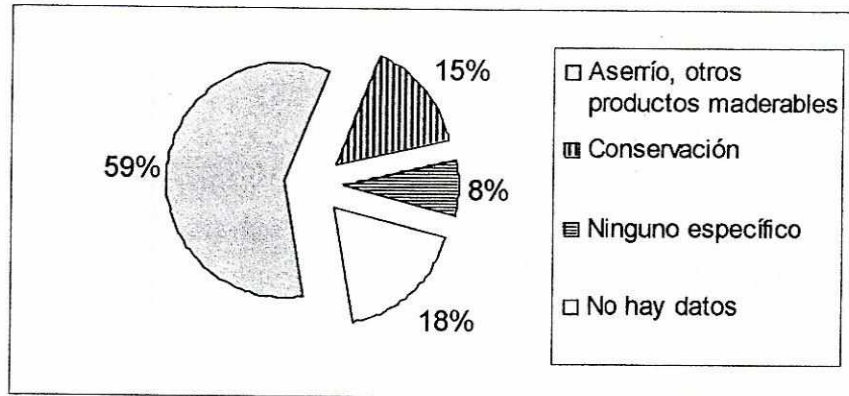
Figura # 19. Distribución del área plantada de melina, según la composición de especies.



En Alta Verapaz e Izabal, predominan las plantaciones de monocultivo de melina (91.83% y 82.39% respectivamente). Por otro lado, en la región de la Costa Sur, la totalidad de las plantaciones utilizaron otras especies además de melina. Generalmente las plantaciones mixtas de melina presentaron solamente de una a dos especies diferentes. La excepción es la región de la Costa Sur, ya que casi siempre están establecidas con más de tres especies. Hay cierta dispersión en cuanto a las especies con las que está asociada melina, sin embargo, casi siempre los proyectos coinciden en tener cedro, caoba y teca. Se encontró melina mezclada con eucalipto exclusivamente en la región de la Costa Sur, al igual que sucedió en el caso de teca.

2.2.3 Objetivo principal. Al igual que teca, melina es una especie comercial con mercado internacional, por lo que el objetivo principal de la mayoría de las plantaciones (el 59%) es el de producción de madera para aserrío y otros productos maderables (figura #20). El análisis por región, dio como resultado que en todas predomina este objetivo, sin embargo, en la región VIII hay más dispersión. Solamente en esta región hubo propietarios que mencionaron no tener un objetivo específico para su plantación.

Figura # 20. Distribución del número de proyectos de teca, según su objetivo principal.



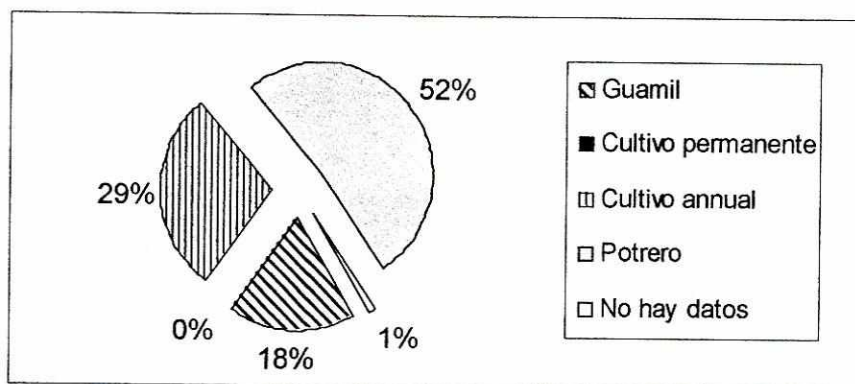
Para las plantaciones de melina, se sigue manteniendo la relación mencionada en el análisis de las plantaciones de teca, entre el objetivo principal, el tamaño y la composición de especies. Se evidencia al observar que en la región III, donde la mayoría de plantaciones son grandes (>90ha), predominan las plantaciones puras de melina y tienen un objetivo de producción; mientras que en la región VIII las plantaciones son generalmente pequeñas, y un buen número no tiene un objetivo de producción de madera.

2.2.4 Uso anterior de la tierra. Esta característica presenta bastante variación entre las regiones, sin embargo, la mayor parte del área plantada con melina establecida con el PINFOR (el

52%), sustituyó tierras dedicadas anteriormente a la ganadería (figura #21). Esto se debe principalmente porque es lo que predomina en la región III, que es donde se ubica el 51% del total del área plantada.

Un área significativa (18%) de bosque secundario, especialmente en Petén, se cambió de uso al establecerse allí, plantaciones de melina. Es importante mencionar que la pérdida de diversidad biológica que tuvo lugar en estos casos, es significativa, si se tiene en cuenta que, aunque hayan sido bosques degradados, representan mayor diversidad que una plantación. En la región II predomina el uso anterior de cultivo anual, sobre todos los demás usos. Con los datos disponibles, se pudo establecer que ningún proyecto de melina sustituyó cultivos permanentes.

Figura # 21. Distribución del área plantada de melina, según el uso anterior de la tierra.



2.3 Características técnicas de los proyectos.

2.3.1 Densidad inicial. Al igual que las plantaciones de teca, casi todos los proyectos de melina (el 93%) han sido establecidos con la densidad inicial de 1,111 árboles/ha, con excepción de la región de la Costa Sur, donde el 40% de las plantaciones fueron establecidas inicialmente con 1,600 árboles/ha. Como se discutió anteriormente, esto se debe principalmente a que es el distanciamiento que se ha utilizado en plantaciones mixtas. La decisión por un distanciamiento u otro se ha basado en lo que recomiendan los técnicos.

2.3.2 Mortalidad. Para las plantaciones de melina, la mortalidad no ha sido alta, ya que en promedio, se ha reportado un 10.35% de mortalidad promedio para todas las regiones. Melina es una especie esencialmente heliófita, al igual que teca, por lo que la mortalidad en las etapas iniciales de la plantación, se debe, además de la adaptación al sitio, a la competencia con las malezas. Melina es una especie que se adapta a una gran variedad de sitios, sin embargo, la falta de preparación del suelo en sitios en donde el suelo esté compactado por sobrepastoreo, también puede afectar su sobrevivencia. A pesar de lo anterior, no se pudo constatar en ningún caso,

exactamente la causa de la mortalidad, ya que los expedientes no explican este tipo de situaciones. Lo que sí se pudo observar es que en la región de la Costa Sur, donde las plantaciones son mixtas, la mortalidad es mayor que en todas las demás regiones (14.97%).

2.3.4 Fitosanidad. Similar al caso de teca, no se ha reportado problemas fitosanitarios de importancia económica en las plantaciones de melina del PINFOR. Por esta razón, en promedio, el porcentaje de plantas sanas es de 98.14%. No se especifica en los dictámenes técnicos qué tipo de problema fitosanitario presentan los individuos en los casos en los que el porcentaje de fitosanidad no es 100%. Este índice no varía según la edad, al igual que la mortalidad, y tampoco varía entre las regiones.

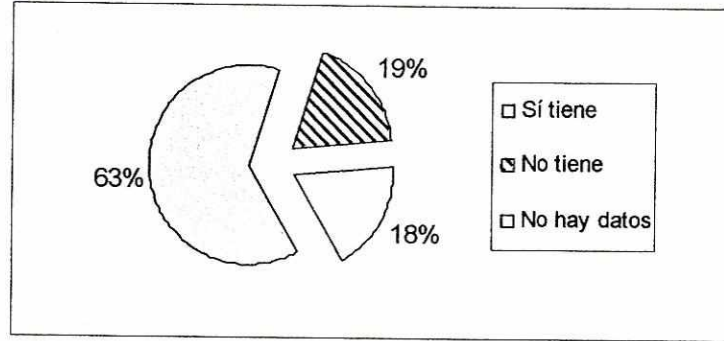
2.3.5 Labores culturales. El porcentaje del cumplimiento de las labores culturales contradice lo que dice el Reglamento del PINFOR, ya que debería estar siempre en un 100% a la hora de la evaluación anual para que se pueda hacer efectivo el incentivo. En este caso, el porcentaje promedio resultó 98.26%. Cabe mencionar nuevamente que los dictámenes técnicos no son muy explicativos en este sentido, por lo que no se pudo constatar exactamente en qué no se cumplió cuando el porcentaje de cumplimiento de labores culturales es menor de 100. En muchos casos, este índice no se incluye en el dictamen porque se sobre entiende que es 100%. En las observaciones de campo que se hicieron, se pudo ver que son pocas las plantaciones que han recibido podas, lo cual indica que la calidad de la madera que se producirá, muy difícilmente competirá en el exterior.

2.3.6 Asesoría técnica. La mayoría de los proyectos de melina (63%), tienen asesoría técnica permanente, ya sea como regentes contratados por el propietario o el mismo propietario está calificado para serlo (figura #22). Al igual que los proyectos de teca, generalmente las plantaciones de melina que no tienen asesoría permanente, son proyectos pequeños que, en este caso, se encuentran por lo general en Petén. Es interesante observar que, lo que resultó para las plantaciones de teca en la región de Alta Verapaz, difiere con lo que sucede con las plantaciones de melina; en este caso la totalidad de las plantaciones de melina sí cuenta con asesoría técnica. La diferencia es principalmente que las plantaciones de melina son propiedad de empresas privadas forestales en su mayoría y, por lo tanto, están bien asesoradas.

2.3.7 Fertilización. La fertilización de las plantaciones de melina no es una práctica muy común, sin embargo, hay plantaciones que fueron fertilizadas en la misma proporción (41%) que las que no. La fertilización se hace generalmente en el establecimiento de la plantación, con el objetivo de mejorar las condiciones nutricionales del sitio para las nuevas plantas; casi nunca se vuelve a realizar. En la región donde es más común esta práctica, es en la región de Izabal, donde

se encuentran las plantaciones más grandes, y algunas veces han realizado estudios químicos del suelo para remediar posibles deficiencias nutricionales.

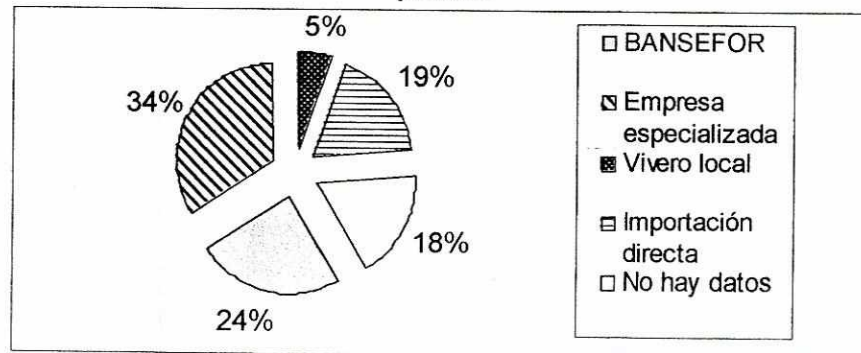
Figura # 22. Distribución del número de proyectos de melina que cuentan con asesoría técnica o no.



2.3.8 Tecnología utilizada. La tecnología para efectuar las limpiezas es generalmente manual (machete) en todas las regiones. En los proyectos grandes muchas veces se cuenta con mecanización para hacer esta labor, sin embargo, son casos muy particulares (21%). La utilización de químicos no es muy común, solamente en algunas regiones para limpiar el terreno antes del establecimiento. La tecnología de producción de plantas sigue siendo mayoritariamente en bolsa en todas las regiones. Esto demuestra en cierto modo, la falta de innovación tecnológica que existe en las plantaciones del PINFOR.

2.3.9 Fuente de semillas o plantas. La fuente de las semillas y plantas se ha dispersado en varias empresas privadas y en el Banco de Semillas Forestales del INAB, 34% y 24% respectivamente, al igual que en el caso de teca (figura #23). Los propietarios de grandes proyectos generalmente son los que han hecho importaciones directas de la semilla de melina, esperando contar con material de mejor calidad. La región de Izabal es donde predomina la importación directa (50%), lo que nuevamente, está relacionado con los proyectos más extensivos, y donde generalmente se ha invertido más de lo requerido, ya que se tiene un objetivo comercial claro.

Figura # 23. Distribución del número de proyectos de melina, según la fuente de semillas o plantas



2.4 Crecimiento inicial en altura. De la misma manera que sucedió en el caso de teca, no se contó con suficientes datos de diámetro para hacer el análisis del crecimiento inicial de área basal y volumen. Solamente se analizó el crecimiento inicial en altura porque de esta variable sí se obtuvo información significativa. En el cuadro #15 se presentan los estadísticos más importantes del Incremento Medio Anual y Corriente Anual para las plantaciones de melina.

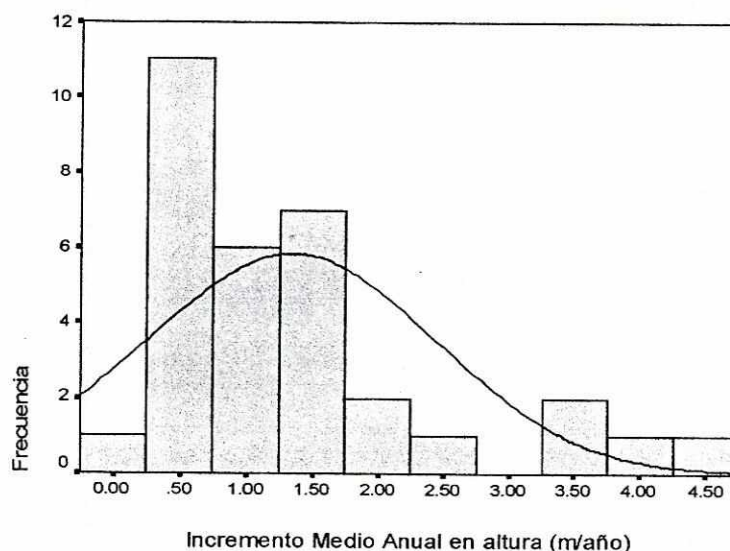
Cuadro # 15. Resumen de estadísticos descriptivos del IMA e ICA de los proyectos de melina*

Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Incremento Medio Anual (m/año)	1.35	0.24	4.38	1.09
Incremento Corriente Anual (m/año)	2.05	0.17	6.90	1.65

*Datos de plantaciones establecidas de 1997 hasta el año 2000. Se tomaron datos de 31 proyectos (658.13 ha, 63.57% de toda el área plantada con melina hasta el año 2000), ya que fueron los que contaban con información para todas las variables estudiadas. Las edades varían desde 1 hasta 4 años.

Se puede observar en la figura #24, que hay variación del crecimiento inicial en altura de las plantaciones de melina. La mayoría de los proyectos muestran un crecimiento cercano a la media, por el extremo inferior. Es notorio que los crecimientos sobresalientes son más comunes en este caso, que para el de teca.

Figura # 24. Distribución del IMA (altura) promedio de los proyectos de melina



Al clasificar el desarrollo de las plantaciones según la calidad de sitio (cuadro #16) se puede observar que la mayor parte del área plantada con melina, está ubicada en sitios de calidad alta, a pesar de que el número de proyectos no lo refleje.

Cuadro #16. Clasificación de la calidad del sitio de los proyectos de melina; edad base de 2 años.

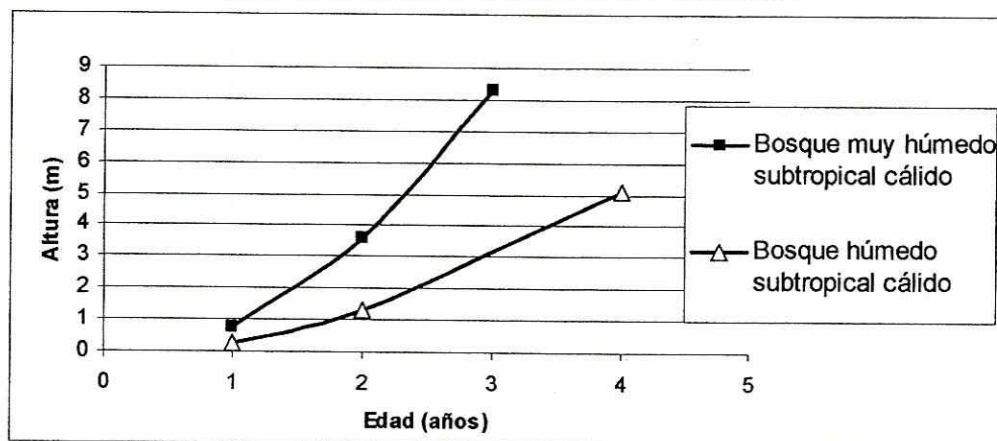
Calidad de Sitio	Altura (m)	IMA altura (m/año)	Distribución del área plantada	
			Área (ha)	% del total
Alta	≥ 3.08	≥ 1.54	324.76	31.37
Media	0.86 – 3.07	0.76 – 1.53	122.32	11.81
Baja	≤ 0.85	≤ 0.77	211.05	20.39
TOTAL			658.13*	63.57*

* Para el resto del área plantada con melina (377.16 ha, 36.43% del total), no se pudo contar con datos de crecimiento inicial en altura.

Las plantaciones de melina se encuentran ubicadas en las mismas zonas de vida que las de teca, sin embargo, en el Bosque Húmedo Tropical solamente se encuentra una plantación (que representa el 3.50 % del total del área plantada), por lo que no se tienen elementos suficientes para el análisis estadístico.

En la figura #25 se compara el crecimiento inicial en altura por zona de vida. Se puede observar que los mejores crecimientos se han registrado en la zona de bosque muy húmedo subtropical (cálido). La mayor parte de las plantaciones se encuentra ubicada dentro de esta zona de vida (el 47.27 %). Por esta razón, el crecimiento en general de las plantaciones, ha resultado bastante aceptable.

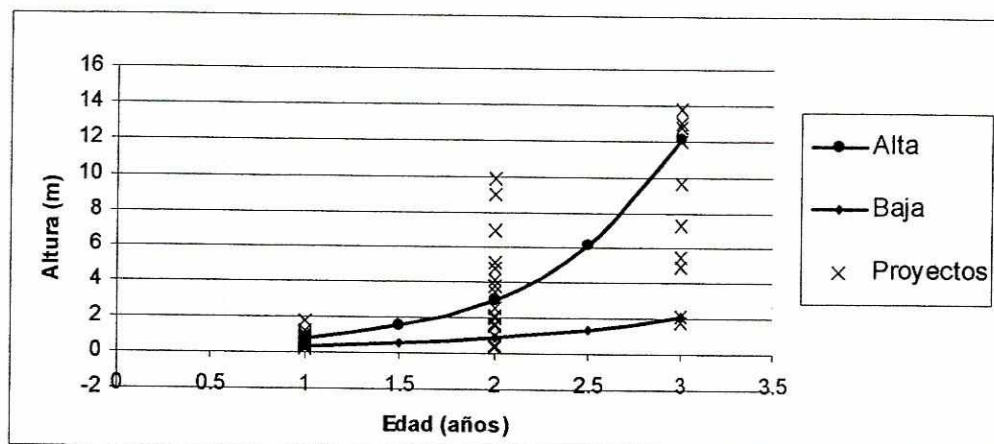
Figura # 25. Comparación de la altura promedio de las plantaciones de melina, según la zona de vida donde se encuentran localizadas



2.4.1 Bosque muy húmedo subtropical cálido. Como se mencionó anteriormente, el 47.27% del área plantada con melina está ubicada en esta zona de vida. Se puede observar que existe variabilidad en el crecimiento inicial en altura (figura #26, cuadro #17). Esto se debe a que es la zona de vida más grande en el país, y por el nivel de detalle de los datos, es posible que

algunas plantaciones realmente estén ubicadas dentro de otras zonas de vida. En general, se pudo observar que las plantaciones de la Costa Sur superaron el crecimiento de las demás. En cuanto a las características del sitio, también existe alta variación (cuadro #18).

Figura # 26. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de melina ubicadas dentro del bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S(c))



Cuadro # 17. Desarrollo en altura para plantaciones de melina dentro del bmh-S(c).

Edad (años)	Altura media (m)	Ámbito de variación		Desviación estándar	IMA promedio (m/año)	ICA promedio (m/año)
		Mínimo	Máximo			
1	0.75	0.2	1.8	0.47	0.75	0.75
2	3.58	0.4	9.83	2.66	1.79	2.16
3	8.30	1.79	13.8	4.57	4.14	4.14

Cuadro # 18. Características de sitio de las plantaciones de melina dentro del bmh-S(c).

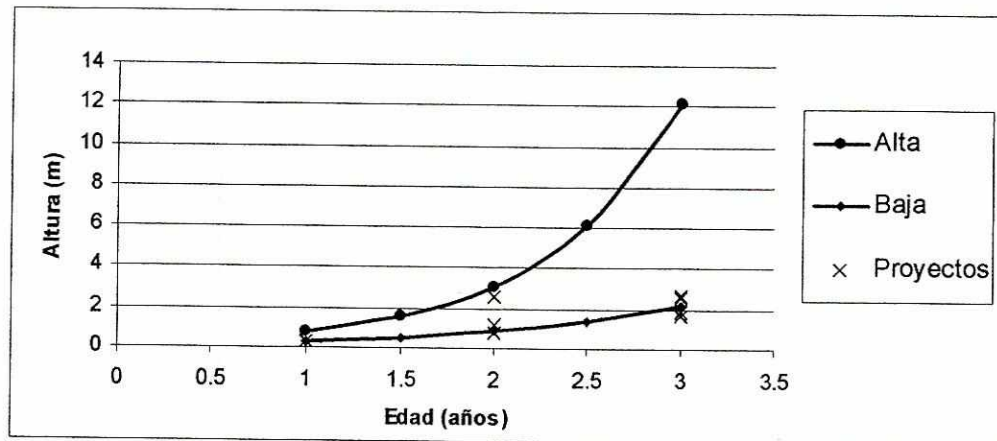
Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Altitud (msnm)	350	77	1185	284.18
Precipitación media anual (mm)	2514	1500	4000	814.01
Profundidad del suelo (cm)	67	40	150	31.87
Pendiente (%)	19	2	38	11.14
pH	6.7	5.3	8.1	0.9

2.4.2 Bosque húmedo subtropical cálido. El 25.17% del total del área plantada con melina se encuentra dentro de esta zona de vida. El crecimiento inicial en altura, resultó dentro de la media a deficiente (cuadro #19 y figura #27). Las características del sitio para las plantaciones dentro de esta zona de vida, varían poco, como se puede observar en el cuadro #20. No se encontraron plantaciones en la Costa Sur para esta zona de vida.

Cuadro # 19. Desarrollo en altura para plantaciones de melina dentro del bh-S(c).

Edad (años)	Altura media (m)	Ámbito de variación		Desviación estándar	IMA promedio (m/año)	ICA promedio (m/año)
		Mínimo	Máximo			
1	na	0.26	0.26	na	na	na
2	1.34	0.79	2.58	0.84	0.67	0.26
3	2.20	1.71	2.65	0.47	0.73	1.40

na= no aplica, sólo hay un dato

Figura # 27. Crecimiento inicial en altura y calidad de sitio para plantaciones de melina ubicadas dentro del bosque húmedo subtropical cálido (bh-S(c))**Cuadro # 20. Características de sitio de las plantaciones de melina dentro del bh-S(c).**

Variable	Media	Ámbito de variación		Desviación estándar
		Mínimo	Máximo	
Altitud (msnm)	246	150	400	99.9
Precipitación media anual (mm)	1770	1538	2000	235.35
Profundidad del suelo (cm)	45	20	50	12.25
Pendiente (%)	8	4	20	5.85
pH	6	6	8	1.25

2.5 Variables que inciden en el desarrollo inicial de las plantaciones. La variable de altitud sobre el nivel del mar obtuvo una correlación negativa, ya que se observó mayor crecimiento a menor altitud. Todos los proyectos que mostraron un crecimiento sobresaliente, coincidieron en estar en el rango de altitud de 140 – 200 msnm, a pesar que la correlación no haya sido tan alta.

La variable que sí obtuvo una alta correlación fue la precipitación, dado que los mejores crecimientos se dieron en sitios con las cantidades mayores de precipitación. Todas las demás características del sitio mostraron una gran dispersión y no reflejaron tener correlación directa con el IMA en altura promedio.

Generalmente, los proyectos ubicados en sitios clasificados como malos, presentaron altitudes mayores a 200 msnm (por eso la correlación es negativa al igual que en el caso de teca), una precipitación promedio de 1500 mm anuales, y una gran variedad en cuanto a las características edafológicas y topográficas. Esto prueba, al igual que con teca, que melina es una especie que se adapta a una gran variedad de condiciones.

Cuadro # 21. Variables de sitio con correlación significativa con el IMA de las plantaciones caracterizadas de melina

Variable	Índice de correlación Pearson
Altitud (msnm)	-0.501 *
Precipitación media anual (mm/año)	0.814 **

* Correlación significativa al nivel de 0.05. ** Correlación significativa al nivel de 0.01.

3. Plantaciones estudiadas en perspectiva de los criterios de sostenibilidad

El hecho de utilizar los criterios de certificación forestal del FSC en este análisis, se hace con la intención de que sirvan como mecanismo de evaluación general de la sostenibilidad de las plantaciones del PINFOR. No se insinúa que los propietarios deban ser obligados, por parte del Estado, a certificar sus plantaciones. Se cree que debe ser una iniciativa personal de los propietarios el buscar la certificación de sus plantaciones con un ente calificado. En este caso, el papel del Estado, a través del INAB se debe limitar a divulgar los beneficios y costos de la certificación a todos los usuarios del PINFOR. Con este análisis se pretende describir el desempeño general y actual de las plantaciones estudiadas, en perspectiva del manejo forestal sostenible.

En el análisis comparativo mostrado en el cuadro #22, se puede ver que el PINFOR no ha fomentado el manejo forestal sostenible en su totalidad. No existe dentro del programa, regulación específica y concreta sobre la protección del suelo y cauces de los ríos, sobre la utilización de herbicidas y pesticidas, etc. Los usuarios del PINFOR que conscientemente han incorporado los principios de sostenibilidad a sus prácticas de establecimiento y manejo de sus plantaciones, lo han hecho para obtener un sello verde (certificación forestal), con la esperanza de obtener mejor mercado para sus productos. Se debe tener en cuenta que incorporar las prácticas de manejo forestal sostenible para sustituir las tradicionales, representa asumir gastos adicionales, sin que se obtenga un beneficio económico directo que lo compense. Por esta razón es necesario valorizar económicamente las externalidades generadas por las plantaciones, y que se genere algún sistema de pago por servicios ambientales, como se hace en otros países, por ej. Costa Rica.

Cuadro # 22. Comparación de las características de las plantaciones estudiadas y los criterios de sostenibilidad.

Criterios de certificación y base conceptual de los C&I de manejo forestal sostenible	Características de las plantaciones de teca y melina del PINFOR
<p>Principio 10.1</p> <p>El plan de manejo es un componente esencial del establecimiento y la ordenación sostenible de toda plantación forestal.</p> <p>El plan de manejo debería abarcar por lo menos todo el turno inicial y brindar un marco sistemático para orientar al silvicultor en un plan de trabajo pormenorizado.</p> <p>Los objetivos de manejo de la plantación deben ser explícitos en el plan de manejo.</p> <p>Los objetivos del manejo son demostrados en la actual implementación de campo.</p>	<p>El PINFOR no requiere como requisito que las plantaciones cuenten con un Plan de Manejo de la plantación, solamente un Plan de Reforestación (que abarca los cinco años que el proyecto está dentro del programa).</p> <p>El 61% de los proyectos de teca, y el 74% de los de melina, tienen un objetivo específico, ya sea de producción de productos maderables o de conservación. Sin embargo, el cumplimiento de los objetivos que se especifican en el plan de reforestación no se evalúa a la hora de certificar el pago del incentivo. De cualquier manera, los objetivos escritos en el plan de reforestación son muchas veces ambiguos, por ej., "contribuir al desarrollo sostenible del país".</p> <p>Se puede decir que por parte del PINFOR, no se ha asegurado que las plantaciones cuenten con una planificación sólida y adecuada, que contribuya a que éstas sean manejadas de tal manera que se puedan maximizar los beneficios tanto del propietario, como del Estado.</p> <p>En cuanto a la implementación de los objetivos de la plantación en el campo, generalmente los propietarios cumplen en lo mínimo con lo requerido por la evaluación anual, para poder recibir el incentivo.</p>

<p>Principio 10.2</p>	<p>Las plantaciones forestales se establecen en forma y escala apropiada con el objetivo de contribuir a la conservación y/o restauración del bosque natural.</p> <p>Acorde al tamaño del proyecto, debe tomarse en cuenta para el diseño de la plantación, los corredores de la fauna silvestre, la protección de los cauces de ríos y mosaicos paisajísticos de rodales de diferentes edades y períodos de rotación.</p>	<p>Dado que teca y melina son especies exóticas, no se ha mantenido los patrones naturales de vegetación. Es importante señalar también, que en el caso de teca, hay etapas en la rotación en las que virtualmente ninguna otra planta crece en el mismo terreno si no se realizan las prácticas silviculturales adecuadas (podas, raleos y deshijes), por las características de la copa de esta especie. Una plantación en estas condiciones no representa un refugio adecuado para la fauna silvestre. El 60% de las plantaciones de teca y melina han tenido alguna protección al cauce de ríos y quebradas. Los propietarios generalmente no han pensado en el hecho de dejar corredores de vegetación natural para la fauna silvestre, ya que han considerado que la propia existencia de la plantación es suficiente en este sentido. Un buen porcentaje de las plantaciones son pequeñas, <15 ha, y en muchos casos, no cruza ningún río el área plantada.</p> <p>Las concentraciones grandes de plantaciones de teca se han establecido en rodales comúnmente de 200 ha cada año. Sin embargo, la diferencia de edad no es muy grande, ya que es sólo un año. A pesar de lo anterior, se pudo constatar que una de estas plantaciones extensivas (en Livingston, Izabal), cuenta con corredores significativos de vegetación natural en las riberas de los ríos y quebradas, así como en áreas no accesibles para la reforestación (desfiladeros de roca por ejemplo), y en general, se pudo observar diversidad en el paisaje. Cabe mencionar que esta plantación ya cuenta actualmente con certificación avalada por la</p>
---------------------------	--	---

		FSC. No existen plantaciones extensivas de melina (>200 ha en un mismo lugar).
Principio 10.3	<p>Se prefiere la diversidad en la composición de las plantaciones, para mejorar la estabilidad económica, ecológica y social.</p> <p>Tal diversidad puede incluir el tamaño y la distribución espacial de las unidades de manejo dentro del paisaje, número y composición genética de las especies, clases de edad y estructuras y tipos de productos.</p>	<p>El 64% de las plantaciones de Teca constituyen monocultivos; sin embargo, sólo hay dos monocultivos extensivos: en Dolores, Petén con una extensión de 504 ha; y en Livingston Izabal, de 827.20 ha. Estas plantaciones tienen rodales de uno, hasta cuatro años de edad. Estas plantaciones también tienen rodales de otras especies, como melina, cedro, caoba o matilisguate, sin embargo, en extensiones muy pequeñas en relación al área plantada con teca. Como se mencionó anteriormente, también se ha dejado parches de vegetación nativa, y que en su conjunto, existe diversidad en el paisaje. El 73% de las plantaciones de Melina están establecidas solamente con melina, sin embargo, las extensiones son menores que en el caso de teca, y no están concentradas en un mismo sitio.</p>
Principio 10.4	<p>La selección de especies para plantación debe basarse en las posibilidades generales del sitio y en su conveniencia para los objetivos de manejo.</p> <p>A fin de favorecer la conservación de la diversidad biológica, son preferidas las especies nativas sobre las exóticas en el establecimiento de plantaciones y para la restauración de ecosistemas degradados.</p>	<p>Tanto teca como melina son especies exóticas; sin embargo, se ha probado su desempeño en Centro América desde hace más de 10 años. En este sentido, se ha podido constatar en todo este tiempo, que ninguna de estas especies representa un peligro mayor para las especies nativas.</p> <p>El 25% de los propietarios dijo haber seleccionado la especie a plantar (teca y/o melina) por experiencias con plantaciones en la misma región. Lo que muestra que se ha investigado en cierta medida sobre el desempeño de estas especies. A pesar de lo anterior, la selección de</p>

		<p>ambas especies siempre ha considerado principalmente las posibilidades de mercado. Algunas plantaciones de teca y melina fueron establecidas en sitios con características no recomendables para estas especies. Por ejemplo, el caso de una plantación que tiene tanto melina como teca, en Alta Verapaz, a una altitud de 1185 msnm. Es posible que estas condiciones desfavorables hayan incidido directamente en un crecimiento inicial muy deficiente (IMA a los dos años de 0.2 m/año para ambas especies).</p>
<p>Principio 10.5</p>	<p>Las plantaciones forestales deben contribuir a restaurar y recuperar áreas degradadas.</p> <p>De acuerdo a la escala de la plantación, una proporción del área total, deberá ser manejada de tal forma que se restaure la cobertura forestal natural del sitio.</p>	<p>El 14% de los propietarios dijo haber contemplado dejar áreas para regeneración natural. Generalmente fueron propietarios de proyectos grandes o/y de plantaciones con objetivo principal de conservación. También influyó el hecho que en el terreno donde se estableció la plantación, había remanentes de bosque natural.</p> <p>Algunos propietarios han contemplado áreas en las que se maneja regeneración natural del bosque o enriquecimiento, con el propósito de probar en ese sitio algunas especies nativas valiosas para futuras plantaciones.</p>
<p>Principio 10.6</p>	<p>El mantenimiento de condiciones adecuadas en la biología, química y física del suelo es un elemento clave para la ordenación sostenible de las plantaciones forestales en el trópico.</p>	<p>El 44% de los propietarios de plantaciones de teca y melina hace prácticas de conservación del suelo. Estas prácticas son por ejemplo, haber plantado a curvas a nivel o al tres bolillo, o evitar mantener el suelo totalmente descubierto al hacer las limpias. Esto es principalmente importante para las plantaciones de teca, ya que se sabe que es muy</p>

	<p>Deberán tomarse medidas para mantener o mejorar la estructura del suelo, fertilidad y actividad biológica.</p> <p>Deben ser implementadas prácticas culturales para evitar la erosión del suelo.</p>	<p>dada a erosionar el suelo si no se maneja adecuadamente. El resto de propietarios no mostró preocupación por la posibilidad de que el suelo bajo su plantación se erosione, muchas veces porque el terreno donde se encuentra la plantación es relativamente plano.</p> <p>El 47% y 41% de las plantaciones de teca y melina respectivamente, han recibido alguna fertilización. Sin embargo, casi siempre se hace exclusivamente en el establecimiento.</p> <p>El uso de químicos para las limpias de maleza no es común, ya que se prefieren los métodos manuales. En este sentido, las plantaciones de teca y melina no representan peligro para la actividad biológica del suelo que las sustenta.</p>
<p>Principio 10.7</p>	<p>Para asegurar la sobrevivencia y el crecimiento efectivo de las plantaciones, es necesario establecer prácticas para la prevención y control de plagas, enfermedades e incendios.</p> <p>Se requiere aplicar principios ecológicos en las estrategias integradas de control de plagas y enfermedades.</p>	<p>Solamente el 22% de los propietarios de proyectos de ambas especies tiene contemplado un programa integrado de plagas. Muchos de ellos no lo consideran necesario porque sus plantaciones no han presentado ningún problema fitosanitario. También influye el hecho que se piensa generalmente que ambas especies no tienen enemigos naturales de importancia económica.</p> <p>En cuanto a los incendios, es requisito para ser aprobado el pago del incentivo cada año, que se hagan las rondas y fajas contra incendios. Además, se pudo constatar que solamente en un caso de las plantaciones de teca y melina, se reportó perdida una hectárea por causa de incendio.</p>

<p>Principio 10.8</p>	<p>De acuerdo a la escala de la operación, se deberá evaluar el potencial de los impactos ecológicos y sociales en el sitio y fuera de él, (es decir, los efectos en la regeneración natural, sobre los recursos hídricos y la fertilidad del suelo y los impactos sobre el bienestar social y los beneficios sociales.</p>	<p>Esto se aplica principalmente a las plantaciones extensivas, y como se ha mencionado en varias ocasiones anteriores, solamente hay dos plantaciones extensivas de teca, y ninguna de melina. Solamente se sabe que en el caso de una de las plantaciones extensivas de teca, que ya cuenta con certificación forestal, se evalúan constantemente los impactos de ésta sobre el entorno, tanto en sentido ambiental como social.</p> <p>En cuanto al resto de plantaciones, actualmente no se han hecho estudios de los impactos de éstas. Por lo tanto, este aspecto requiere de futuras investigaciones.</p>
<p>Principio 10.9</p>	<p>Es incorrecto suponer que las plantaciones forestales pueden sustituir a los bosques naturales y reemplazarlos como fuente de materia prima, y beneficios ambientales y sociales.</p>	<p>Ninguna de las plantaciones del PINFOR se ha establecido en tierras con bosque primario. Sin embargo, el 12% y 18% del área plantada con teca y melina respectivamente, sustituyeron bosques secundarios o guamiles. Es importante apuntar que los sitios en donde se establecen plantaciones de teca y melina son áreas de alta diversidad biológica, ya que son áreas de húmedas a muy húmedas, y con poca altitud sobre el nivel del mar (generalmente 0-900 msnm). Es importante reconocer que el cambio de composición de especies, de bosque secundario a una plantación de teca o melina, hace que la pérdida de diversidad sea significativa. Sin embargo, no se han hecho estudios específicos de esta índole.</p>

4. Principales problemas técnicos identificados

Luego de analizar los parámetros técnicos de las plantaciones de teca y melina del PINFOR y los criterios de sostenibilidad para plantaciones forestales, se identificaron varios aspectos, tanto de la planificación como de la ejecución de éstas, considerados como problemáticos en el sentido que amenazan la competitividad y sostenibilidad de estas plantaciones.

En primer lugar, se ha identificado como problemático el hecho de que el 20.5% no cuenta con asesoría técnica permanente. Es decir que solamente obtuvieron asesoría calificada a la hora de realizar los estudios necesarios para poder ingresar al PINFOR, como el estudio de capacidad de uso de la tierra (ECUT) y el Plan de Reforestación. Estos proyectos dependen entonces, únicamente de la asesoría que los técnicos del INAB les pueden proporcionar en las visitas anuales que realizan a las plantaciones. Este vacío de asesoría técnica afecta directamente el manejo de la plantación, ya que las plantaciones que cuentan con asesoría permanente, muestran en general, más esfuerzo invertido en elevar la calidad de las plantas realizando las labores culturales necesarias (limpia, podas y deshijes), en comparación con las que no tienen asesoría. También se pudo observar que la falta de asesoría ha incidido en el diseño de algunas plantaciones, en donde se ha mezclado tanto teca como melina, con otras especies, que no pueden competir por luz por tener un crecimiento no tan agresivo como estas (por ejemplo cedro y caoba), o no son comerciales, y por lo tanto, su manejo no es rentable para el propietario (por ejemplo conacaste y madrecaao).

En cuanto a la ejecución de los proyectos, se considera como problema importante, el hecho que haya poca certeza de la calidad del material genético con el que se establecen las plantaciones de teca y melina. Dado que el Banco de Semillas Forestales del INAB (BANSEFOR) no ha podido responder en calidad y cantidad de material para la creciente demanda de semillas forestales. Solamente el 21% de los propietarios de proyectos de teca y melina utilizaron semillas de esta fuente. Buscando una mayor seguridad sobre la calidad de las semillas o plantas, el 33% de los propietarios acudieron a empresas especializadas como Agroselva o Fedecovera para abastecerse. A pesar de que estas empresas parecen brindarles mayor seguridad a los propietarios, el 29% de los propietarios han decidido importar directamente las semillas para establecer sus plantaciones, con el propósito de contar con mayor calidad y certeza. Las importaciones se han hecho casi en su totalidad de Costa Rica. El resultado de contar con mejor calidad de material genético se puede observar por ejemplo, en unas plantaciones de teca de Livingston, Izabal, en donde se ha alcanzado un crecimiento inicial sobresaliente, reportando un incremento medio anual en altura de 4.9 m/año a la edad de dos años.

Otro problema técnico que se identificó es el hecho de que algunas plantaciones de teca y melina están establecidas en sitios no adecuados para estas especies. Esto incide directamente en el crecimiento y rendimiento de la plantación. Por ejemplo, una plantación que se estableció con ambas especies en Alta Verapaz, se encuentra a una altitud de 1185 msnm, la cual es demasiado elevada para esta especie, ya que el rango que generalmente es recomendado es de 0 a 600 msnm. Es muy probable que por esta razón, esta plantación solamente alcanzara un incremento medio anual en altura de 0.20 m/año a la edad de dos años. A pesar de que algunas plantaciones estudiadas están establecidas en sitios que no concuerdan totalmente con los requerimientos recomendados para estas especies, no muestran problemas de crecimiento en estos primeros años. Sin embargo, es muy probable que a medida que sigan avanzando en edad, encuentren limitaciones para mantener el ritmo de crecimiento inicial reportado, y que por ende, no rindan el volumen esperado por los propietarios.

El problema de no seleccionar adecuadamente la especie al coincidir sus requerimientos climáticos y edafológicos, con las características del sitio disponible para establecer la plantación, está también relacionado a la asesoría técnica con la que los propietarios contaron al planificar el proyecto. Se tiene la ventaja que tanto para teca, como para melina, se cuenta con bastante información disponible sobre su silvicultura y ordenación. En este sentido, al realizar el ECUT, se debería poder contar con la información suficiente para poder decidir si el sitio es lo suficientemente capaz de sostener rentablemente, una plantación de teca o melina. Sin embargo, los ECUT de las plantaciones estudiadas no muestran que la información recabada en el campo haya sido analizada profundamente en este sentido, ya que se limita la mayoría, a demostrar que la tierra en cuestión tiene la capacidad de uso forestal para producción, lo cual es requisito para ingresar al PINFOR.

Otra problemática que se identificó es que la evaluación anual que se realiza a las plantaciones para poder certificar el pago del incentivo, no toma en cuenta la calidad de éstas. La evaluación se basa principalmente en que la plantación exista y esté sana. De igual manera se aprueba el pago del incentivo a plantaciones que muestran gran esfuerzo invertido (por ejemplo que se hayan podado, fertilizado, y con labores de protección al suelo), como a plantaciones que se muestran un tanto descuidadas (con muchos árboles torcidos, bifurcados y con enredaderas, sin medidas de protección al suelo o/y ríos, etc.). En este sentido, no se premia el buen manejo que se haga de éstas, sino por el contrario, se fomenta a que no se invierta el incentivo en la plantación, sino en cualquier otra cosa.

VI. CONCLUSIONES

1. Los propietarios de plantaciones de teca y melina del PINFOR han ingresado al programa por distintos intereses, y esto se ve reflejado en la manera en la que han planificado, establecido y la forma en la que están manejando sus plantaciones.
2. Generalmente, las plantaciones en las que se han invertido grandes extensiones de tierra y que son propiedad de empresas privadas, están establecidas como monocultivo, tienen el objetivo de producción de madera de aserrío y por lo tanto se ha buscado optimizar todos los aspectos del establecimiento y manejo de la plantación, por ejemplo, seleccionar la especie de acuerdo al terreno disponible, utilizar material genético de alta calidad (importado directamente algunas veces), fertilizar la plantación y mecanizar algunas labores culturales.
3. Por lo general, las plantaciones pequeñas (<15 ha) no tienen un objetivo definido, y fueron establecidas algunas veces con otras especies (algunas no comerciales). En este caso, no se ha dado importancia a la procedencia de las semillas, y se invierte en la plantación el esfuerzo mínimo para lograr la aprobación del pago del incentivo.
4. En cuanto al crecimiento inicial en altura de las plantaciones de teca y melina, se encontró gran variedad. El Incremento Medio Anual promedio en altura para teca varía desde 0.21 hasta 5.15 m/año; y para melina, desde 0.24 hasta 4.38 m/año.
5. La mayor parte del área plantada con teca (29.11%) está en sitios de calidad media (Incremento Medio Anual en altura de 1.28 – 3.61 m/año para la edad de dos años. Para el caso de melina, la mayoría del área plantada (31.37%), está en sitios de calidad alta (Incremento Medio Anual en altura mayor a 3.08 m/año para la edad de dos años).
6. Dado que ambas especies se adaptan fácilmente a muchos sitios, se pudo determinar alta variación entre las características climáticas y edafológicas de los sitios en donde están establecidas las plantaciones.
7. Generalmente, las plantaciones ubicadas en zonas muy húmedas (más de 2500 mm/año), en el rango altitudinal de 0 – 300 msnm y con suelos profundos, han presentado mejores crecimientos para ambas especies.

8. Es necesario realizar un análisis más a detalle sobre las variables que inciden en el crecimiento inicial en altura, ya que en este caso, los datos para cada plantación fueron muy generales. Principalmente se deben analizar las variables de temperatura promedio, textura del suelo, deficiencias de nutrientes y velocidad del viento, a nivel de finca.
9. Se pudo constatar que la agrupación de las especies siguiendo la regionalización administrativa del INAB, que responde meramente a la división política del país, no obedece a las asociaciones de características ambientales y ecológicas. Por esta razón, es necesario que en el futuro, cuando se realicen estudios de esta naturaleza, se agrupen las plantaciones según las características de los ecosistemas, por ejemplo las zonas de vida, y siempre a nivel de detalle.
10. Entre problemas técnicos que se identificaron de las plantaciones de teca y melina del PINFOR está, en primer lugar, que el 20.5% no cuenta con asesoría técnica permanente, lo que ha incidido en sitios y diseños inadecuados para las especies en cuestión, así como pobre manejo de la plantación.
11. El hecho de que no se cuenta con certeza sobre la calidad del material genético con el cual se establecen muchas de las plantaciones, es problemático para el PINFOR, ya que no se tiene seguridad de que éstas puedan ser competitivas.
12. Otro problema identificado es que los estudios requeridos para calificar el ingreso de un proyecto al PINFOR y la evaluación anual para certificar el pago del incentivo, no contribuyen al desarrollo de plantaciones competitivas. En este sentido, no se premia ni fomenta que el incentivo se invierta en mejorar la calidad y el rendimiento de la plantación.
13. Los problemas que hay que remediar, si se desea que estas plantaciones sean sostenibles, son principalmente, en cuanto a la planificación y asesoría técnica que reciben las plantaciones, y en cuanto al fomento de prácticas de manejo forestal sostenible.

VII. RECOMENDACIONES

Problemática	Recomendación
<p>El Estado, a través del PINFOR, no se ha asegurado que las plantaciones de teca y melina se establezcan en sitios donde estas especies puedan desarrollarse con toda su capacidad productiva.</p>	<p>Es necesario que se requiera para el ingreso de los proyectos al PINFOR, estudios más detallados y con mayores fundamentos técnicos que los actuales ECUT. Se propone que se requiera un estudio en el que se examinen las características físicas (textura, estructura) y químicas del suelo (elementos nutricionales, pH), los pisos altitudinales, la precipitación media anual y la temperatura promedio del sitio, y que se justifique sólidamente que la(s) especie(s) seleccionada(s) a plantar, podrán desarrollarse adecuadamente en ese sitio.</p>
<p>La evidente falta de sustentos técnicos a la hora de planificar el establecimiento y manejo de las plantaciones, y en las evaluaciones anuales, pone en peligro la competitividad de estas.</p>	<p>Se debería contar con un plan de manejo técnicamente bien fundamentado y detallado para cada una de estas plantaciones, con los objetivos de manejo explícitos en el plan, cronograma de actividades descritas claramente y un análisis financiero. El plan de manejo daría a los técnicos del INAB mayores fundamentos para evaluar anualmente el desempeño de las plantaciones para certificar el pago del incentivo; no se haría tan conflictivo el hecho de no aprobar el pago de los proyectos (como lo es actualmente), ya que se tendría el plan de manejo como respaldo.</p>
<p>Es preocupante que no se lleven registros adecuados y actualizados del desempeño en general y del crecimiento de las plantaciones.</p>	<p>Se recomienda que se establezca un sistema en el que se almacene, en digital, toda la información posible sobre las plantaciones que se establecen con el PINFOR, tanto de las características de sitio, como los datos de crecimiento recabados en las evaluaciones anuales. Esto con el propósito de que no se pierda información valiosa que facilite en el futuro, seguimiento a investigaciones como la presente. Asimismo, se recomienda que se establezcan parcelas permanentes de muestreo en las plantaciones, que se utilicen en las evaluaciones anuales por parte de los técnicos del INAB, y que se fomente a los propietarios a que monitoreen ellos mismos el crecimiento de sus plantaciones.</p>

Problemática	Recomendación
<p>Las evaluaciones anuales no toman en cuenta la calidad de las plantaciones, ni las prácticas de manejo forestal sostenible. En este sentido, no se fomenta ni la competitividad ni las prácticas de buen manejo forestal. Esto es importante porque ambos aspectos son relevantes para la futura comercialización de los productos de las plantaciones que el Estado incentiva.</p>	<p>Es indispensable que se incluya en las evaluaciones anuales a las plantaciones, la protección efectiva a los cauces de los ríos y suelo, la protección de áreas con vegetación nativa para su recuperación, que se optimicen las labores culturales, etc.</p> <p>También es necesario incluir en la evaluación, la calidad de las plantaciones, por ejemplo, la forma de los individuos. Para esto, se debe generar una metodología en la que se pueda evaluar adecuadamente la calidad de las plantaciones.</p>
<p>Aún existen importantes vacíos de información que ayudarían a orientar mejor las prácticas de ejecución de los proyectos del PINFOR hacia el manejo forestal sostenible.</p>	<p>Es necesario investigar los impactos sociales y ecológicos que han tenido las plantaciones forestales establecidas con el PINFOR. De igual manera es importante valorizar económicamente los servicios ambientales que generan las plantaciones, con el propósito de elaborar e implementar un mecanismo para la remuneración de estas externalidades a los propietarios de las plantaciones, fomentando así las prácticas de manejo forestal sostenible. También es importante realizar investigaciones más a detalle sobre las variables de sitio que inciden en el desarrollo de las plantaciones en distintos sitios. Otra línea de investigación necesaria es el comportamiento de teca y melina en asociación con otras especies, para poder desarrollar prácticas silviculturales que optimicen el rendimiento de las plantaciones.</p>

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, M. 2000. «Melina, la madera del futuro». *Revista Forestal Centroamericana*, Turrialba, Costa Rica. 1(29):34-38.
- Balooni, K. 2000. «Programas de inversión en plantaciones de teca: perspectiva desde la India». *Unasyva* 51(201), Roma. Versión electrónica en español publicada en la página: http://www.fao.org/DOCREP/X4565S/x4565s05.htm#PO_0
- Briscoe, C. 1995. *Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote*. CATIE Serie técnica 270 Turrialba, Costa Rica.
- Cabrera, C. 1996. «Incentivos forestales». *Memorias del IV Congreso Forestal Nacional* [Guatemala].
- Centeno, J. 1997. *The management of Teak plantations*. Publicado en la página: <http://www.itto.or.jp/newsletter/v7n2/10management.html>
- Cerda, I. 1999. «Las plantaciones forestales en Guatemala, Argentina, Brasil y Chile». *Memorias del V Congreso Forestal Nacional*, Guatemala. pp. 53-78.
- Chávez, E. y W. Fonseca. 1991. *Tectona grandis L.f. Especie de árbol de uso múltiple en América Central*. CATIE/ROCAP Informe Técnico 179, Turrialba, Costa Rica.
- Cornelius, J. 1994. «Nativas versus exóticas: ¿una distinción de importancia en la selección de especies?» *Revista Forestal Centroamericana*, Turrialba, Costa Rica. 1(10):11-15.
- Daniel, P., U. Helms y F. Baker. 1982. *Principios de Silvicultura*. 2nda ed. McGraw-Hill de México, México D.F. 492 pp.
- De Camino, R. y G. Budowski. 1998. «Impactos ambientales de las plantaciones forestales y medidas correctivas de carácter silvicultural». *Revista Forestal Centroamericana*, Turrialba, Costa Rica. 1(22):6-12.
- De Camino, R., et al. 2000. *Costa Rica Forest Strategy and the evolution of land use*. Banco Mundial, Washington. 128 pp.
- De la Cruz, J. 1981. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. INAFOR, Guatemala.
- De las Salas, G. 1987. *Suelos y ecosistemas forestales*. IICA, Bogotá, Colombia. 420 pp.
- Evans, J. 1982. *Plantation forestry in the tropics*. Oxford University Press. 473 pp.
- _____; 1997. «The sustainability of wood production in plantation forestry». *Memorias del XI Congreso Forestal Mundial*, Turkía. Versión electrónica publicada en: <http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/V3/T12E/2.HTM>
- FAO. 2001. *Forest Resources Assessment 2000 Main Report*. Roma. Versión electrónica publicada en: <http://www.eldis.org/static/DOC6658.htm>
- Gálvez, J., et al. 2002. «El PINFOR de Guatemala como instrumento de política forestal: una revisión basada en el estudio de las principales modalidades de aplicación». *II Congreso Forestal Latinoamericano*, Guatemala. pp. 733-745.

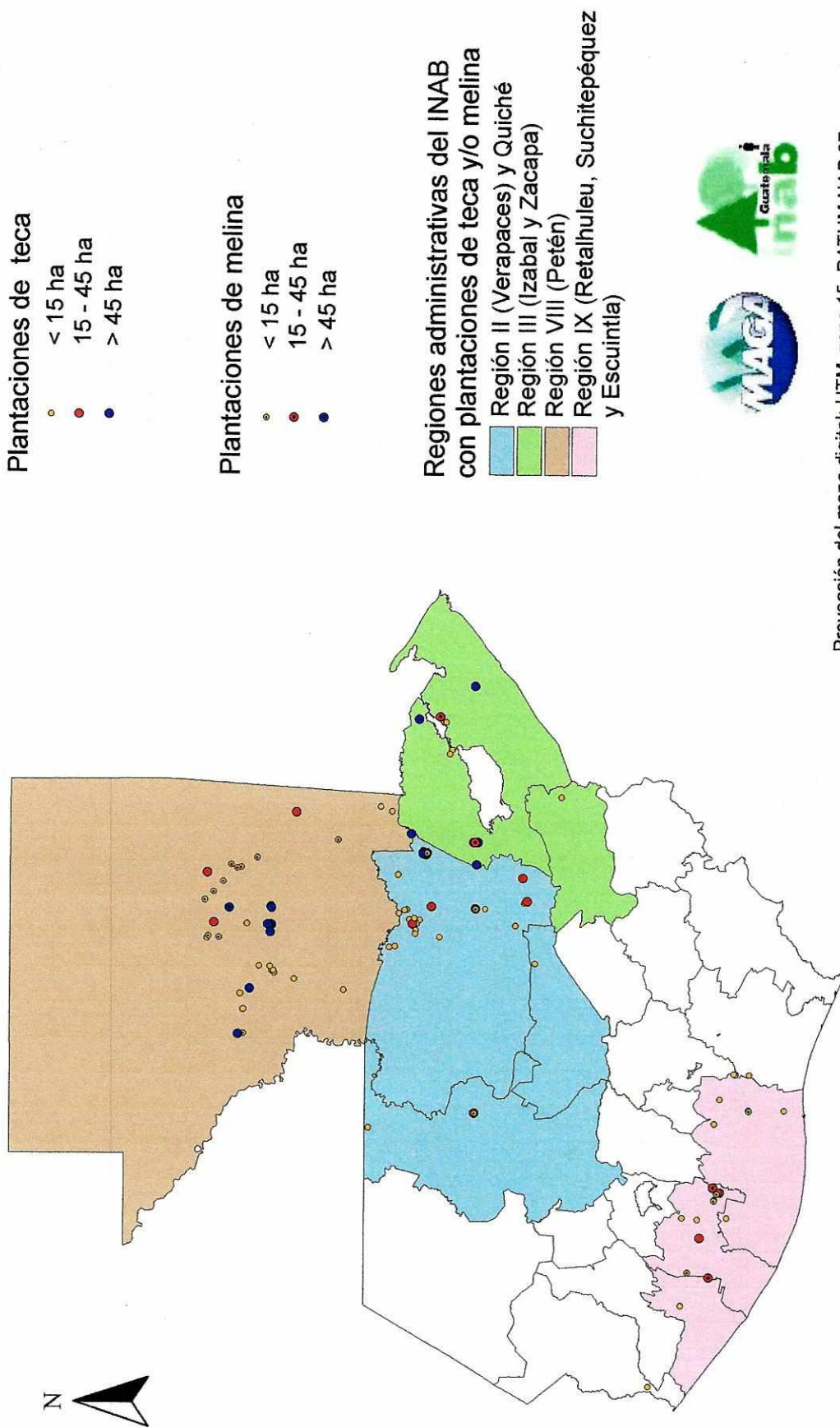
- Gaynutdinova, T. y F. Koza. 2003. *Summary Report of the International Conference on Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management*. Versión electrónica publicada en: <http://www.iisd.ca/sd/forest/cici/>
- Haltia, O. y K. Keipi. 1997. *Financiamiento de inversiones forestales en América Latina: el uso de incentivos*. Documento del BID, No ENV-113.
- Hofstede, R. 1998. «Impactos ambientales de plantaciones forestales». En *Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador*. Editorial Abya Yala, Ecuador. 242pp.
- INAB. 1998. *Ley Forestal Decreto Legislativo Número 101-96*. INAB, Guatemala. 27 pp.
- _____. 1999. *Manual de procedimientos del PINFOR*. INAB, Guatemala. 21 pp.
- _____. 1999a. *Plan Estratégico del PINFOR*. INAB, Guatemala. 21pp..
- INFOR-CORFO. 1997. *Boletín Estadístico*. Estadísticas Forestales de 1996 de Chile.
- INIFAP. 1998. «Gmelina arborea». En *Catálogo de Paquetes Tecnológicos de Plantaciones Forestales*. SAGAR, México D.F.
- Kanowski, P. 1997. «La silvicultura de plantaciones del siglo XXI». *Memorias del XI Congreso Forestal Mundial*, Turkía. pp. 25-38. Versión electrónica publicada en: www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/PDF/V3S_T12.PDF
- Keh, S. 1997. «¿Establecimiento de plantaciones de teca en Myanmar?». *Memorias del XI Congreso Forestal Mundial*, Turkía. pp. 47-52. Versión electrónica publicada en: www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/PDF/V3S_T12.PDF
- Kimmins, J.P. 1997. *Forest ecology: foundation for sustainable management*. 2nda ed. Prentice Hall. 596pp.
- León, T. y A. Suárez. 1998. *Efectos de plantaciones forestales sobre el suelo y el agua*. Serie Técnica 40, CONIF, Santafé de Bogotá. 158 pp.
- Macías, L. 1954. *Reforestación: teoría y práctica*. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México D.F. 330pp.
- Montagnini, F., D. Piotta, y L. Ugalde. 2002. «Plantaciones forestales con especies nativas: una alternativa para la producción de madera y la provisión de servicios ambientales». *II Congreso Forestal Latinoamericano*, Guatemala. pp. 642-654.
- Murrillo, O. y J. Valerio. 1991. *Gmelina arborea Roxb., especie de árbol de uso múltiple en América Central*. CATIE/ROCAP Serie Técnica No181, Turrialba, Costa Rica.
- OIMT. 1993. «Directrices para el establecimiento y la ordenación sostenible de bosques tropicales plantados». En *Desarrollo de Políticas No.4*, 41 pp.
- Pandey, D. 1997. «Los grandes temas de la plantación de bosques tropicales». *Memorias del XI Congreso Forestal Mundial*, Turkía. p. 72. Versión electrónica publicada en: www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/PDF/V3S_T12.PDF
- Pandey, D. y C. Brown. 2000. «La teca: una visión global». *Unasyva* 51(201), Roma. Versión electrónica en español publicada en la página: http://www.fao.org/DOCREP/X4565S/x4565s03.htm#P0_0

- PAFG. 1999. *Política Forestal de Guatemala*. PAFG/MAGA/INAB/CONAP, Guatemala. 39pp.
- _____. 2002. Distribución de las inversiones del Estado en reforestación y manejo de bosques. Guatemala. 8pp.
- Pérez, L.D., L. Ugalde y M. Kanninen. 2000. «Desarrollo de escenarios de crecimiento para plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica». *Revista Forestal Centroamericana* Turrialba, Costa Rica. 1(31):16-22.
- Pinilla, G. y A. Suárez. 1998. *Efectos de plantaciones forestales sobre fauna y flora*. Serie Técnica No41, CONIF, Santafé de Bogotá. 138pp.
- PROARCA/CAPAS. 1999. «Certificación forestal en Centroamérica». *Hoja Informativa*, 15 de Mayo, 2pp.
- Rametsteiner, E. y D. Wijewardana. 2002. *Temas clave para el desarrollo futuro de iniciativas internacionales sobre Criterios e Indicadores del desarrollo sostenible relacionados con el bosque*. Documento básico No. 4 del CICI-2003. 25 pp.
- Richter, D. y J. Calvo. 1995. «¿Es una plantación forestal un bosque?» *Revista Forestal Centroamericana*, Turrialba, Costa Rica. 1(11):12-14.
- Schmincke, Karl. 2000. «Plantaciones de teca en Costa Rica: la experiencia de la empresa Precios Woods». *Unasyva* 51(201), Roma. Versión electrónica en español publicada en la página: <http://www.fao.org/DOCREP/X4565E/x4565e06.htm>
- Smartwood. 2000. *Normas genéricas para la evaluación del manejo forestal*. 24pp.
- Tavares, F., et al. 1999. «Experiencia de agricultores de Costa Rica con la introducción de árboles maderables en plantaciones de café». *Revista Agroforestería en las Américas*, Turrialba, Costa Rica. 6(23):12-18.
- Vásquez, W. y L. Ugalde. 1995. *Rendimiento y calidad de sitio para melina, teca, pochote y pino caribe en Guanacaste, Costa Rica*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33pp.
- Villatoro, V. 2000. *Diagnóstico de la Industria de Aserrijo de Coníferas en Guatemala*. MAGA / PAFG, Guatemala. 73pp.
- Wadsworth, F. 1997. *Forest Production for Tropical America*. USDA - Forest Department, Handbook No 710. 543pp.
- Weaver, P. 1993. *Tectona grandis L.f. Teak*. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans. 18 pp.

IX. APÉNDICE

Ubicación de Proyectos de Teca y Melina del PINFOR

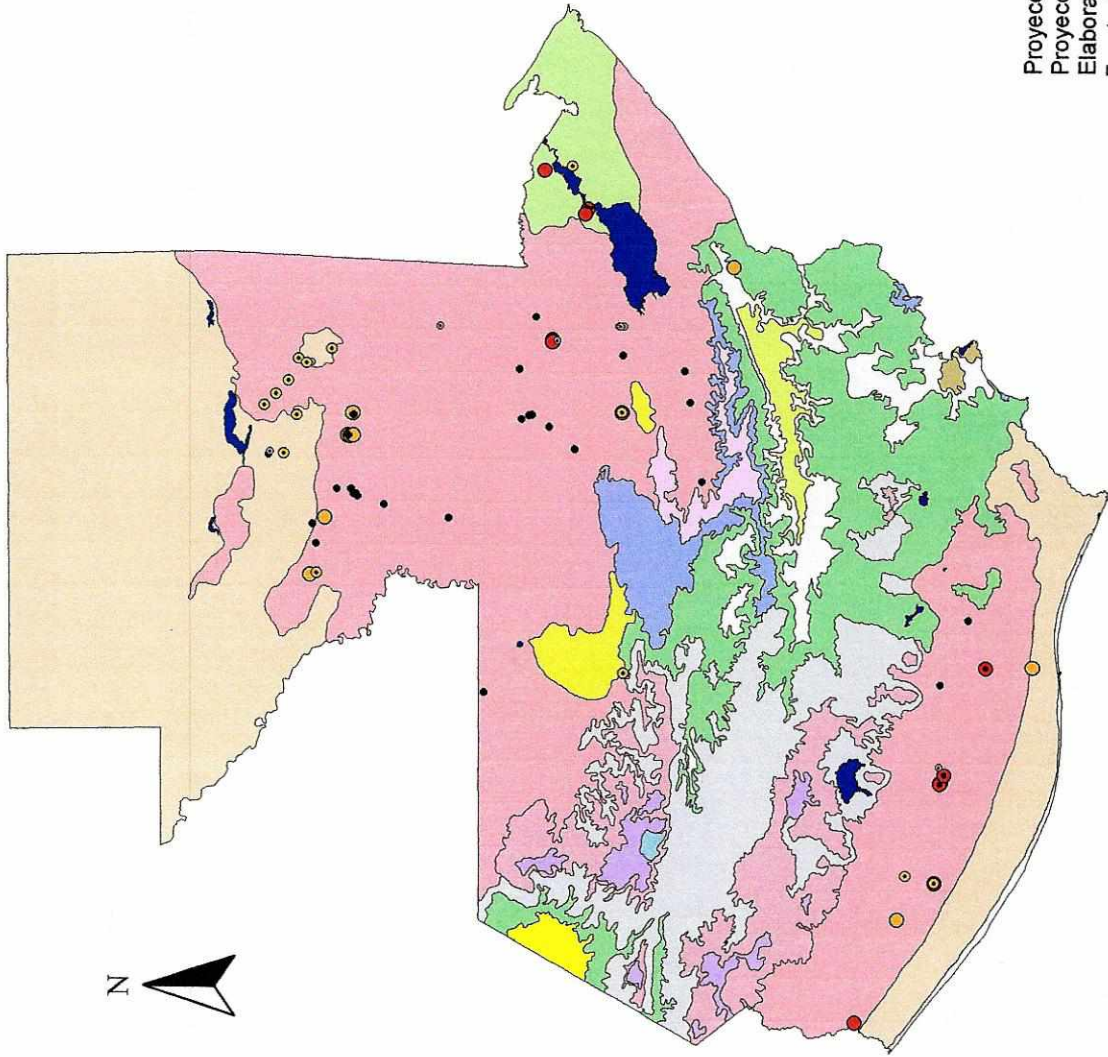
Según el tamaño de la plantación



Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM NAD 27.
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas, Esferoide de Clarke 1866.
Elaborado por: María Susana Alvarado Barrientos
Fuente: Expedientes de los proyectos, Unidad de Fomento, INAB.

Ubicación de Proyectos de Teca y Melina del PINFOR

Según calidad de sitio y Zona de Vida



Plantaciones de melina

- Calidad baja
- ◉ Calidad media
- ◉ Calidad alta

Plantaciones de teca

- Calidad baja
- ◉ Calidad media
- ◉ Calidad alta

Zonas de Vida

- ◻ Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical
- ◻ Bosque húmedo Montano Subtropical
- ◻ Bosque húmedo Subtropical (cálido)
- ◻ Bosque húmedo Subtropical (templado)
- ◻ Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical
- ◻ Bosque muy húmedo Montano Subtropical
- ◻ Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)
- ◻ Bosque muy húmedo Subtropical (frío)
- ◻ Bosque muy húmedo Tropical
- ◻ Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical
- ◻ Bosque pluvial Subtropical
- ◻ Bosque seco Subtropical
- ◻ Bosque seco Tropical
- ◻ Monte espinoso Subtropical
- ◻ Cuerpos de agua



Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM NAD 27.
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas, Esferoide de Clarke 1866.
 Elaborado por: María Susana Alvarado Barrientos
 Fuente: Mapa de Zonas de Vida a nivel de reconocimiento
 De la Cruz, J.R. 1983. INAFOR, digitalizado por el MAGA.
 Expedientes de los proyectos, Unidad de Fomento, INAB.

APÉNDICE III. ENCUESTA PARA PROPIETARIOS

Región _____ Municipio _____ Área Reforestada _____

1. ¿Cuál es el objetivo principal de su plantación?

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| a. madera de aserrío | d. otros productos maderables |
| b. postes, tutores | e. conservación |
| c. leña y/o carbón | f. ninguno específico |

2. Especie(s) plantada _____

- | | |
|--------------------------|-----------|
| a. en rodales diferentes | b. mixtas |
|--------------------------|-----------|

3. Para el establecimiento de la plantación utilizó:

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| a. regeneración natural | b. plantación artificial |
|-------------------------|--------------------------|

4. Si su respuesta anterior fue b, ¿qué tecnología utilizó para establecer la plantación?

- | | |
|----------|----------|
| a. bolsa | b. pilón |
|----------|----------|

5. ¿Dónde adquirió la semilla o planta para establecer la plantación?

- | | |
|---------------------|------------------|
| a. BANSEFOR | d. vivero local. |
| b. Agroselva | e. Fedecovera |
| c. colecta personal | f. otro _____ |

6. En el diseño de su plantación tomó en cuenta:

- | | |
|--|----------------------------------|
| a. mantener o crear corredores de animales | c. dejar áreas de bosque natural |
| b. protección de orillas de ríos | d. ninguno de los anteriores |

7. ¿Cómo seleccionó la especie plantada?

- | | |
|--|---------------------------------------|
| a. bosques naturales de esta especie | c. por disposición o asesoría de INAB |
| b. experiencias locales con plantaciones de esta especie | d. por asesoría de regentes |
| | e. otros |

8. De las siguientes actividades, ¿cuáles ha realizado en su plantación?

- | | |
|---|------------------------------|
| a. áreas específicas de restauración | c. conservación de suelos |
| b. programa de manejo integrado de plagas | d. ninguno de los anteriores |

9. Para el control de malezas utiliza:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| a. productos químicos | c. limpia mecanizada |
| b. limpia manual | |

10. Cuenta con asesoría técnica permanente de:

- | | |
|------------|---------------|
| a. regente | c. nadie |
| b. INAB | d. otro _____ |

Comentarios:

APÉNDICE IV. DETALLE POR REGIÓN, DE LOS RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

1. Plantaciones de teca (*Tectona grandis*)

Porcentaje del área plantada con teca, según el tipo de propietario.

Tipo de propietario	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Empresa privada	38.32	98.57	55.41	76.69
Personas individuales	60.00	1.43	41.40	23.31
Cooperativas	1.44	0	1.78	0
Municipalidades	0	0	1.40	0
Comités	0.24	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje de propietarios según el número de proyectos de teca que poseen.

Número de proyectos por propietario	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Uno	80	89	83	67
Mas de uno	20	11	17	33
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje de proyectos de teca según su tamaño.

Clase de Tamaño	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
< 15 ha	17	20	31	35
15 - 45 ha	50	13	29	48
>45 ha	33	67	40	17
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje del área plantada de teca según la composición de especies.

Composición de especies	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Solo Teca	47	99	61	15
Teca y otras spp.	53	1	39	85
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje de proyectos de teca según su objetivo principal.

Objetivo principal	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Aserrió y/u otros productos maderables.	40	67	82	ND
Conservación	10	33	9	ND
Ninguno específico	50	0	9	ND
TOTAL	100	100	100	-----

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje del área plantada con teca según el uso anterior de la tierra.

Uso anterior	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Guamil o Guatal	2.7	29.43	3.02	37.4
Cultivo permanente	15.29	0	0	0
Cultivo anual	75.35	0	0.67	46.37
Potrero	1.58	55.17	64.2	8.3
ND	5.08	15.4	32.11	7.93
TOTAL	100	100	100	100

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de teca según su densidad inicial.

Densidad inicial	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
1,111 árboles / ha	100	83	100	62
1,600 árboles / ha	0	17	0	38

Mortalidad, fitosanidad y cumplimiento de labores culturales de los proyectos de teca*.

Variable	Regiones				Promedio
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur	
Mortalidad	7.23 %	8.8 %	9.47 %	12.92 %	9.60 %
Plantas Sanas	96.72 %	99.1 %	99.73 %	99.22 %	98.68 %
Labores culturales	84 %	89 %	100 %	100 %	93.25 %

*Ninguno de los índices mencionados varía significativamente con la edad de la plantación.

Porcentaje de proyectos de teca que cuentan o no con asesoría técnica permanente.

Asesoría	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Si posee	60	83	82	ND
Ninguna	40	17	18	ND
TOTAL	100	100	100	

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de teca que han sido fertilizados.

Fertilización	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Si	60	67	55	ND
No	40	33	45	ND
TOTAL	100	100	100	

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de teca, según la tecnología utilizada para las limpias.

Tecnología para las limpias	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Manual	80	63	73	ND
Mecanizada	20	37	27	ND
TOTAL	100	100	100	

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de teca, según la tecnología utilizada para la plantación.

Tecnología de plantación	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
Bolsa	90	83	64	ND
Contenedor	10	17	36	ND
TOTAL	100	100	100	

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de teca, según la fuente de las semillas o plantas.

Fuente de semilla o planta	Regiones			
	II Verapaces - Quiché	III Izabal - Zacapa	VIII Petén	IX Costa Sur
BANSEFOR	30	33	18	ND
Empresa especializada*	40	8.5	55	ND
Vivero local	20	8.5	18	ND
Importación directa	10	50	9	ND
TOTAL	100	100	100	

ND = no hay datos disponibles

*Por ejemplo, FEDECOVERA, AGROSELVA, etc.

2. Plantaciones de melina (*Gmelina arborea*)

Porcentaje del área plantada con melina, según el tipo de propietario.

Tipo de propietario	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Empresa privada	95.84	91.88	83.74	15.18
Personas individuales	4.16	8.12	15.48	42.68
Cooperativas	0	0	0	16.68
Municipalidades	0	0	0.78	0
Comunidades	0	0	0	25.46
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje de propietarios según el número de proyectos de melina que poseen.

Número de proyectos por propietario	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Uno	20	57.14	58.33	71.43
Mas de uno	80	42.86	41.67	28.57
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje de proyectos de melina según su tamaño.

Clase de Tamaño	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
< 15 ha	50	0	88.23	71.43
15 – 45 ha	25	28.57	0	28.57
>45 ha	25	71.43	11.77	0
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje del área plantada de melina según la composición de especies.

Composición de especies	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Solo Melina	91.83	82.39	48.99	0
Melina y otras spp.	8.17	17.61	51.01	100
TOTAL	100	100	100	100

Porcentaje de proyectos de melina según su objetivo principal.

Objetivo principal	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Aserrió y/u otros productos maderables.	100	71.43	58.83	ND
Conservación	0	28.57	23.53	ND
Ninguno específico	0	0	17.64	ND
TOTAL	100	100	100	ND

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje del área plantada con melina según el uso anterior de la tierra.

Uso anterior	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Guamil o Guatal	8.52	13.04	47.49	2.21
Cultivo permanente	0	0	0	0
Cultivo anual	48.56	11.16	46.96	42.74
Potrero	38.58	75.8	5.55	55.05
ND	4.34	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de melina según su densidad inicial.

Densidad inicial	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
1,111 árboles / ha	100	100	100	60
1,600 árboles / ha	0	0	0	40

Mortalidad, fitosanidad y cumplimiento de labores culturales de los proyectos de melina.

Variable	Regiones				Promedio
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur	
Mortalidad	10.33 %	6.28 %	9.8 %	14.97 %	10.35 %
Plantas Sanas	93.68 %	100 %	99.05 %	99.85 %	98.14 %
Labores culturales	96.67	96.83	99.54	100 %	98.26 %

* Ninguno de estos índices varía significativamente con la edad de la plantación.

Porcentaje de proyectos de melina que cuentan o no con asesoría técnica permanente.

Asesoría	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Si tiene	100	80	65	ND
Ninguna asesoría	0	20	35	ND

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de melina que han sido fertilizados.

Fertilización	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Si	60	75	35	ND
No	40	25	65	ND

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de melina según la tecnología utilizada para las limpias.

Tecnología para las limpias	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Manual	80	68	75	ND
Mecanizada	20	32	25	ND

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos de melina según la tecnología utilizada para la plantación.

Tecnología la plantación	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
Bolsa	80	83	60	ND
Contenedor	20	17	40	ND

ND = no hay datos disponibles

Porcentaje de proyectos según la fuente de semillas o plantas para establecer la plantación.

Fuente de semilla o planta	Regiones			
	II Alta Verapaz	III Izabal	VIII Petén	IX Costa Sur
BANSEFOR	30	40	25	ND
Empresa especializada*	50	10	50	ND
Vivero local	5	0	10	ND
Importación directa	15	50	15	ND

ND = no hay datos disponibles. * Por ejemplo, FEDECOVERA, AGROSELVA, etc.

APÉNDICE V. PROPUESTA PARA LAS EVALUACIONES ANUALES DE LOS PROYECTOS DE PINFOR

Con el propósito de elevar los requerimientos técnicos a las plantaciones para hacer efectivo el pago del incentivo, se propone utilizar los parámetros en los siguientes formatos:

1. Boleta Resumen de datos de campo (una boleta por especie)

Fecha de evaluación: _____
 Nombre del Proyecto _____ Área real del proyecto _____ ha. Especie _____
 Fase del proyecto _____ Densidad inicial según plan _____ árboles/ha
 Tamaño de la muestra _____ ha. Tamaño de la unidad de muestreo (parcela) _____ ha.

Unidad de muestreo 1... etc	# plantas vivas	Diámetro de base promedio de los individuos (cm)	Altura total promedio de los individuos (m)	# de individuos inclinados y o sinuosos	# de individuos bifurcados	# de individuos dañados			Nombre de enfermedad o plagas
						mecánico	fuego	plagas	

2. Boleta de resultados de la evaluación

a. Estadísticos descriptivos.

Especie: _____ Intensidad de muestreo: _____

Media	# plantas vivas / ha	Diámetro promedio de las unid. muest	Altura total promedio de las unid. muestreo	% de individuos inclinados y/o sinuosos	% de individuos bifurcados	% de individuos dañados		
						mecánico	fuego	plagas
Desviación Standard								
Error de muestreo								
Error (%)								
Intervalo de confianza								

b. Reporte de la situación actual de la plantación

Desarrollo

Especie	% Supervivencia	% Plantas Sanas	Calidad**	Diámetro promedio	Altura promedio	Área Basal promedio/ ha	Volumen promedio / ha	Volumen promedio del proyecto

**Definición de la variable calidad:

Esta variable es definida por la suma de los porcentajes de los siguientes parámetros:

- a. % individuos bifurcados inclinados y/o sinuosos
- b. % individuos dañados por daño mecánico
- c. % individuos dañados por incendio
- d. % individuos dañados por enfermedad
- e. % individuos dañados por plagas

Los porcentajes máximos en cada clasificación de calidad son:

30%	40%	45%
30%	40%	45%
0%	0%	0%
10%	15%	15%
+ 10%	+ 15%	+ 15%
< 80%	80% - 110%	> 110%
Calidad aceptable	Calidad media	Calidad inaceptable
	(Estos parámetros son no excluyentes)	

Labores culturales

	Limpia	Brechas contra incendios	Poda, deshije *	TOTAL LABORES CULTURALES
Cumplimiento	100%	100%	100%	100%

* cuando sea necesario

Observaciones generales

(en este espacio el técnico podría dar observaciones que considere relevantes sobre el estado general de la plantación, y del estado de los cauces de los ríos, si hubiere, etc.)

APÉNDICE VI. PROPUESTA PARA EL PLAN DE MANEJO REQUERIDO PARA EL INGRESO AL PINFOR

Con el propósito de que las plantaciones que ingresen al PINFOR tengan el manejo planificado adecuadamente desde el inicio, se propone que se requiera un Plan de Manejo, en vez del Plan de Reforestación. Se propone que las secciones que debería contener éste sean:

Secciones	Características
1. Objetivos de Manejo de la Plantación	Claros, concretos, explícitos y medibles. Información del propietario y del regente. Información biofísica del área a manejar Cartografía: - Mapa de ubicación de área a reforestar - Mapa de pendientes y curvas a nivel - Mapa de hidrología - Mapa de uso actual de la tierra
2. Información General	
3. Plan de Reforestación	Especie(s) a plantar. Procedencia de la semilla o planta. Justificación silvicultural de la especie(s) a usar. Diseño de la plantación (distribución espacial y arreglo). Tecnología de plantación. Medidas de conservación de suelos, protección a cauces de ríos, y protección contra incendios.
4. Actividades de Manejo	Estas actividades van de acuerdo a los objetivos planteados en la sección 1. Implementación de Parcelas Permanentes de Muestreo desde el establecimiento Metodología de recopilación, almacenamiento y análisis de la información. Definición de flujo de caja. Viabilidad financiera del plan de manejo.
5. Monitoreo del Desarrollo	
6. Análisis Financiero	

APÉNDICE VII. PROPUESTA PARA EL ESTUDIO DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

Estas propuestas pretenden mejorar el estudio para que sea un instrumento de mayor utilidad práctica al determinar características del suelo que incidan en la productividad forestal, y no solamente para determinar si el área es de capacidad de uso forestal.

Se propone que se incluya al ECUT los siguientes puntos, sobre el área específica que se pretende reforetar:

- Análisis químico de suelos (pH, salinidad, contenido de nutrientes)
- Análisis textura del suelo
- Profundidad efectiva del suelo (no en rangos muy grandes, sino datos puntuales)
- Drenaje, inferido por la textura del suelo y prueba de infiltración (velocidad de infiltración),

Además, el estudio debe incluir también información biofísica básica del sitio:

- Precipitación media anual
- Temperatura media
- Altura sobre el nivel del mar, promedio del sitio.