Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México

Comisión Nacional Forestal

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Plantación forestal comercial de cedro rosado *(acrocarpus fraxinifolius)* de dos años de edad, en el estado de Michoacán

Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México

Comisión Nacional Forestal

REALIZADO POR:

Alejandro Velázquez Martínez, Ph. D.
Coordinador General del Proyecto

EQUIPO DE TRABAJO
(Postarado Forestal. Coleaio de Postaraduados)

Aurelio Manuel Fierros González, Ph.D.

Arnulfo Aldrete, Ph.D.

Armando Gómez Guerrero, Ph.D.

Silvia Fernández Cázares, M.C.

Héctor de los Santos Posadas, Ph.D.

Tangaxuhan Llanderal Ocampo, M.C.

Manuel de Jesús González Guillén, Ph.D.

Javier López Upton, Ph.D.

Carlos Ramírez Herrera, Ph.D.

AGRADECIMIENTOS

El equipo interdisciplinario de trabajo que tuvo la responsabilidad de llevar a cabo el estudio sobre la situación actual y futura de las plantaciones forestales comerciales en México, agradece sinceramente el apoyo de diversas personas e Instituciones que colaboraron desinteresadamente aportando información, opiniones, atención en campo y en general su valioso tiempo, para lograr resultados más confiables. En particular se agradece al Ing. Víctor Sosa Cedillo, Coordinador General de Producción y Productividad, así como al Ing. Alejandro Noguéz Hernández, Gerente de Plantaciones Forestales Comerciales, por todo su apoyo, las facilidades otorgadas y el oportuno enlace con el personal operativo de la CONAFOR, que permitieron hacer más eficiente el presente estudio.

Deseamos agradecer de manera especial a todo el personal de la Gerencia de Plantaciones Forestales Comerciales de la CONAFOR, en especial al Ing. Francisco Rodríguez Romero, Ing. Jorge Ruíz Morales y al M.C. Carmelo Hernández Pérez, por las facilidades otorgadas y la disponibilidad mostrada para proporcionar la información relacionada con los beneficiarios que han obtenido apoyos para el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales.

Queremos agradecer ampliamente al personal de las Gerencias Regionales de la CONAFOR que aportaron información para este estudio, especialmente al Ing. Carlos Patrón Laviada, Gerente Estatal CONAFOR Campeche, Ing. Renán Rodolfo Pacheco Pech, Biól. Ludivina Interian Sosa, por el apoyo otorgado durante las visitas al sureste del país y las facilidades e información proporcionada través de las encuestas. A todos ellos, muchas gracias.

Un especial reconocimiento se otorga a todos los plantadores, prestadores de servicios técnicos, investigadores y profesionales encuestados por su disposición, confianza, tiempo y valiosas opiniones vertidas durante el proceso de toma de información. Particularmente queremos agradecer al Ing. Saúl Monreal Rangel, Ing. Carlos González Vicente, Ing. Manuel Mápula Larreta, Ing. Eric Gordillo López e Ing. Guadalupe García Arias por su tiempo y experiencias compartidos a través de las entrevistas realizadas y recorridos de campo. Así mismo, se agradecen las aportaciones del Ing. Saúl Monreal Rangel en el capítulo de abastecimiento forestal, de las Licenciadas Ana Libia Leyva Hernández y Alicia Martínez Bautista en el capítulo de legislación, de la M.C. Virginia Avilés Hernández en los paquetes tecnológicos, de los Ing. Cirilo Rodríguez Méndez y Marlén Rojo Martínez, por el apoyo en el análisis de información y bases de datos.

Un amplio reconocimiento a todas las personas que apoyaron y ejecutaron la toma de información en campo: Dr. Joaquín Gómez Tejero (Campeche), Dr. Teodoro Castillo Pérez (Chiapas), Ing. Jorge Luis Treviño García (Veracruz), Ing. Gerardo Bastida Tolentino (Quintana Roo), Ing. Antonio Medina Hernández (Jalisco y Nayarit), Ing. Adolfo Huerta Zamora (Michoacán), Ing. Hugo Alberto Aguilar López (Tabasco), Ing. Jorge Santos Espinoza (Oaxaca) e Ing. Santiago Castillo Soberano (Puebla). Asimismo, se reconoce y valora el apoyo secretarial y administrativo de Rosario Torres Ramírez. Un sincero agradecimiento a todos ellos por la disponibilidad para apoyar y ganas de colaborar.

Finalmente, deseamos agradecer ampliamente a nuestros compañeros Académicos del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados y a todas aquellas personas que de una u otra forma apoyaron la realización del presente estudio. A todos ellos, muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE CUADROS	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVIII
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	1
II. ANTECEDENTES DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES	2
III. METODOLOGÍA	4
3.1 Muestra de beneficiarios	4
3.2 Diseño de encuestas	5
3.3 Calibración de encuestas	5
3.4 Revisión de literatura	5
3.5 Revisión de expedientes físicos de proyectos apoyados	5
3.6 Aplicación de encuestas	5
3.7 Análisis de datos de inventarios de empresas y estudios de caso	5
3.8 Procesamiento de la información	6
3.9 Análisis de la información	6
IV. RESULTADOS DEL ESTUDIO	7
4.1. Situación actual de las Plantaciones Forestales Comerciales	7
4.1.1. Plantaciones Forestales en el Mundo	7
4.1.2. Plantaciones forestales en México, a nivel nacional, estatal y regional	10
4.1.2.1. Superficie por especie	20
4.1.2.2. Densidades por especie	20
4.1.2.3. Estructura de clases de edad por especie	21

4.1.2.4. Rendimiento e Incrementos esperados por especie de interés a nivel nacional	28
4.1.2.5. Volúmenes totales por especie	34
4.1.2.6. Distribución de productos por especie	39
4.1.2.7. Germoplasma en plantaciones forestales establecidas en México	40
4.1.2.8. Investigaciones y paquetes tecnológicos desarrollados	45
4.1.2.9. Información detallada de los estudios de caso analizados	48
4.2. Situación futura	48
4.2.1. Tendencias de crecimiento de la superficie y ubicación de plantaciones por especie	48
4.2.2. Densidades recomendadas por especie	49
4.2.3. Proyección de cosecha a nivel nacional	49
4.2.4. Situación actual y perspectivas de mercado de PFC	54
4.2.5. Investigaciones y paquetes tecnológicos necesarios a desarrollar	109
4.2.6. Riesgos operacionales, de mercado, políticos y ecológicos	111
4.3. Aspectos normativos	114
4.3.1. Legislación sobre plantaciones forestales comerciales en México	114
4.3.2. Política gubernamental en Plantaciones Forestales Comerciales	132
4.4. Aspectos económicos	141
4.4.1. Apoyos otorgados por el Gobierno	141
4.4.2. Ventajas comparativas	145
4.4.3. Rentabilidad y visibilidad de las inersiones de las plantaciones forestales comerciales	149
4.4.4. Estructura de costos por especie y por tamaño de empresa	156
4.4.5. Precios de venta por especie y producto, por región geográfica	186
4.4.6. Estrategias de apoyos e inversiones	192
4.4.7. Incentivos a las plantaciones forestales comerciales en algunos países de América	196

4.5. Perspectivas del suministro de madera.....	205
4.5.1. Abasto de materias primas forestales con la superficie y especies actuales de PFC y participación de la empresa privada.....	205
4.5.2. Necesidades de superficie y especies de Plantaciones Forestales Comerciales para cubrir la demanda insatisfecha de materias primas forestales.....	252
4.5.3. Sustentabilidad de los proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales.....	255
4.6. Literatura citada.....	265
Anexos	273
Anexo I	274
Glosario de Términos	275
Anexo II Estudios de caso	280
II.1. PLANTEH	281
II.2. Agropecuaria Santa Genoveva	281
II.3. FOMEX	325
II.4. PROPLANSE	342
II.5. Zacualpan	358
II.6. Pequeñas plantaciones en Oaxaca	381
Anexo III Paquetes tecnológicos	390
III.1. Eucalipto	391
III.2. Melina	405
III.3. Teca	410
III.4. Cedro	422
III.5. Caoba	427
III.6. Tabebuia	439
Anexo IV Normas oficiales Mexicanas con aplicación a aspectos relacionadas con plantaciones forestales comerciales	445

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Titulo	Pág.
1	Distribución mundial de las plantaciones forestales por regiones.	7
2	Cambios en la superficie de plantaciones forestales productivas o industriales por regiones (Tomada de FAO, 2005).	8
3	Principales países a nivel mundial en cuanto a la superficie establecida de plantaciones forestales.	9
4	Superficie maderable y no maderable cubierta por Plantaciones Forestales Comerciales en México.	10
5	Proporción de la superficie plantada con especies maderables por estado.	11
6	Proporción de la superficie plantada con especies no maderables por estado.	12
7	Proporción de la superficie con las principales especies maderables	13
8	Proporción de la superficie plantada con las principales especies no maderables.	14
9	Superficie maderable por anualidades	15
10	Superficie maderable cubierta con Plantaciones Forestales Comerciales por estado.	16
11	Ubicación por estado de los principales proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales en Desarrollo.	18
12	Clasificación de los proyectos de plantación con base en la superficie plantada.	19
13	Proporción de categorías productivas	19
14	Tipos de plantaciones de acuerdo a la región climática.	20
15	Superficie por edad de *Eucalyptus sp*. con Plantaciones Forestales Comerciales	22
16	Superficie por edad de *Cedrela odorata* con Plantaciones Forestales Comerciales	23
17	Superficie por edad de *Pinus sp*. en las Plantaciones Forestales Comerciales.	24
18	Superficie por edad de *Gmelina arborea* en las Plantaciones Forestales Comerciales	25
19	Superficie por edad de *Tectona grandis* con Plantaciones Forestales Comerciales	26
20	Superficie por edad de *Swietenia macrophylla* en las Plantaciones Forestales Comerciales	27
21	Superficie por edad de *Hevea brasiliensis* con Plantaciones Forestales Comerciales	28
22	Escenarios del Inventario maderable en pie basados en los tres escenarios planteados	35
23	Inventario en pie para plantaciones de Eucalipto proyectadas bajos los escenario 1 y 2.	36

24	Inventario en pie para plantaciones de Gmelina proyectadas bajos los escenario 1 y 2.	36
25	Inventario en pie para plantaciones de Caoba proyectadas bajos los escenario 1 y 2.	37
26	Inventario en pie para plantaciones de Cedro Rojo proyectadas bajos los escenario 1 y 2.	37
27	Inventario en pie para plantaciones de especies de Pino proyectadas bajos los escenario 1 y 2.	38
28	Inventario en pie para plantaciones de Teca proyectadas bajos los escenario 1 y 2.	38
29	Selección de un árboles sobresaliente de Eucalyptus grandis en María Lombardo, Oaxaca, por la compañía PLANTEH.	40
30	Porcentaje de plantadores que cuentan con un programa de mejoramiento genético y que cuentan con un convenio con alguna organización que posee un programa de mejoramiento o que les puede asesorar.	41
31	Porcentaje de plantadores mexicanos con conocimiento de la procedencia del germoplasma utilizada en el establecimiento de sus plantaciones y de las características fenotípicas de los progenitores.	42
32	Cosechas nacionales proyectada a partir del 2009 para superficies pagadas y verificadas bajo área constante (Cosecha 1) y área creciente (Cosecha 2).	49
33	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para el total de Eucalipto y Melina para el escenario 1 y 2 y la cosecha proyectada para el resto de las especies.	50
34	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Eucalipto	51
35	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Gmelina	51
36	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Caoba	52
37	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Cedro	52
38	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Pino	53
39	Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Teca	53

40	Escenarios de manejo: incremento anual total del capital arbóreo.	54
41	Escenarios de manejo: superficie total arbolada.	55
42	Escenarios de la producción industrial.	55
43	Contribución al PIB forestal del PEF 2025.	56
44	Generación de empleo.	56
45	Producción forestal maderable (Periodo 1995-2004)	58
46	Producción Forestal Maderable (Periodo 1995-2004) y tendencia al año 2025	59
47	Participación estatal en la producción forestal maderable (Periodo 1995-2004).	63
48	Producción forestal maderable por Regiones (Periodo 1995-2004).	63
49	Valor de la producción Forestal Maderable Periodo 1995-2004 (Precios nominales).	65
50	Valor de la producción forestal (Periodo 1995-2004) y tendencia hacia 2025 (millones de pesos, valor nominal).	65
51	Valor de la producción maderable Periodo 1995-2004	67
52	Valor de la pproducción forestal maderable (Periodo 1995-2004, Precios constantes, base 2004) y tendencia hacia 2025.	68
53	Volumen y valor de la producción de madera en México.	69
54	Tendencias de los precios de madera (pesos/m^3, para el periodo de 1995-2004) y proyección al 2025.	70
55	Participación estatal en el valor de la Producción Forestal Maderable, Periodo 1995-2004.	72
56	Valor de la Producción Forestal Maderable por Regiones, Periodo 1995-2004.	73
57	Comportamiento de la Balanza Comercial de Productos Forestales durante el periodo 1996-2004 (Volumen en metros cúbicos rollo).	75
58	Comportamiento de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (metros cúbicos rollo) y tendencia hacia 2025.	76
59	Comportamiento de la Balanza Comercial de Productos Forestales durante el periodo 1996-2004 (Millones de dólares).	78
60	Comportamiento de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (Millones de dólares) y tendencia hacia 2025.	78
61	Comportamiento de las importaciones Forestales de México de 2002-2004.	79
62	Comportamiento de las exportaciones Forestales de México de 2002-2004.	81
63	Consumo aparente de productos forestales: periodo 1996-2004 (Volumen en miles de metros cúbicos rollo).	85

64	Consumo aparente de productos forestales: periodo 1996-2004 (Volumen en miles de metros cúbicos rollo) y tendencia hacia 2025.	86
65	Evolución de la población y el consumo aparente de productos forestales	86
66	Tendencia del consumo "per cápita" de productos forestales	87
67	Variación anual del consumo aparente de productos forestales para el periodo de 1996 al 2004 y tendencias al año 2025 en México.	88
68	Países con mayor área de plantaciones forestales productivas.	89
69	Superficie forestal a nivel mundial destinada a la producción forestal.	91
70	Existencias volumétricas por regiones a nivel mundial para 2006.	93
71	Existencias volumétricas por regiones a nivel mundial para 2006.	93
72	Distribución porcentual de la producción mundial por tipo de producto para 2006.	94
73	Producción mundial de productos forestales por tipo y continente/región para 2006.	96
74	Balanza comercial a nivel mundial para el año 2006.	98
75	Balanza comercial a nivel mundial por de producto para África para el año 2006.	99
76	Balanza comercial a nivel mundial por de producto para Asia y el Pacífico para el año 2006.	99
77	Balanza comercial a nivel mundial por de producto para Europa para el año 2006.	100
78	Balanza comercial a nivel mundial por de producto para América Latina y el Caribe para el año 2006.	100
79	Balanza comercial a nivel mundial por de producto para América del Norte para el año 2006.	101
80	Balanza comercial a nivel mundial por producto para Asia Occidental y Central para el año 2006.	101
81	Consumo aparente a nivel mundial por producto para el año 2006	103
82	Áreas con potencial para el desarrollo de plantaciones comerciales forestales	143
83	Número de entrevistados por tipo de especies de sus plantaciones.	156
84	Porcentaje aportado por cada uno de los conceptos de costos reportados para las especies Cedro (Cedrela odorata) y caoba (Swietenia macrophylla).	157
85	Porcentaje de la participación en costos de los conceptos reportados para el manejo en PFC de Melina (Gmelina arbórea).	158

86	Porcentaje de la participación en costos de los conceptos reportados para el manejo en PFC de Pino (Pinus spp.).	159
87	Comparación de algunos costos de plantación para cedro y caoba; melina y pino.	159
88	Costos de producción de Eucalyptus urophylla y E. grandis para celulosa.	161
89	Costos de producción para cedro rosado (Acrocarpus fraxinifolius).	162
90	Participación porcentual los costos de cedro y caoba	163
91	Comparación de los costos en el rubro producción/compra de planta (P/CP): Información de encuestas (barras color azul) y proyectos evaluados.	165
92	Comparación de costos en el rubro: Preparación del terreno (PT): Información de encuestas (barras color azul) y estudios evaluados.	166
93	Comparación de los costos en el rubro de plantación y replante (PyR): Información de encuestas (barras color azul) y proyectos evaluados.	166
94	Número de casos considerados dentro de cada una de las categorías de la clasificación por tamaño de empresa.	167
95	Número de casos evaluados en la categoría "Microempresa" por estado.	168
96	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las microempresas.	169
97	Número de casos evaluados en la categoría "Pequeña empresa" por estado.	170
98	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las pequeñas empresas.	171
99	Número de casos evaluados en la categoría "Empresa mediana" por estado.	172
100	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las empresas medianas.	173
101	Número de casos evaluados en la categoría "Empresa grande" por estado.	174
102	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las grandes empresas.	175
103	Comparación entre los costos promedio por hectárea por tamaño de empresa y concepto.	176
104	Costos en el concepto Producción/compra de planta (P/CP) para los diferentes tamaños de empresa.	177
105	Comparación de costos en el concepto Preparación del terreno (PT) para los diferentes tamaños de empresa.	178

106	Comparación de los costos/ha para el concepto plantación y replante (PyR) para los diferentes tamaños de empresa.	179
107	Valores de la actividad Labores de mantenimiento (M) para los proyectos de PFC clasificados por tamaño de empresa.	180
108	Costos por hectárea en el rubro Protección de la plantación contra incendios (PI) por tamaño de empresa.	181
109	Costos por hectárea en el rubro Protección de la plantación a otros agentes (P) por tamaño de empresa.	182
110	Costos por hectárea en el rubro Fertilización o pesticidas (F) por tamaño de empresa.	183
111	Costos por hectárea en el rubro denominado Cercado (C) para las diferentes categorías de tamaño de empresa.	184
112	Costos totales promedio por hectárea para los diferentes tamaños de empresa	185
113	Precios promedios de madera por m^3 para diferentes especies.	187
114	Precios de madera para escudría de 1997-2004 (precios indexados a 2004).	188
115	Precios de madera de diferentes especies para celulósicos durante 2004 (Precios indexados a 2004).	189
116	Precios de madera para escuadría de especies de pino, oyamel y otras coníferas.	190
117	Precios de madera para escuadría de especies de encino, otras latifoliadas, maderas preciosas y comunes tropicales (Precios indexados a 2004).	190
118	Principales productos a obtener de las plantaciones forestales comerciales actuales.	191
119	Precios promedio esperados por m3 de madera por especies para aserrío y celulósicos.	192
120	Uso de crédito bancario por parte de los plantadores entrevistados	194
121	Crédito otorgado por la Banca (saldos reales) al sector primario en millones de pesos (base 2002)	195
122	Harvester o cosechadora. Procesadora forestal trabajando en la cosecha mecanizada de plantaciones forestales comerciales en el Las Choapas, Veracruz. Primera máquina de su tipo en México; empezó a operar en agosto de 2008.	205
123	Primera cosecha de la plantación de FOMEX en 2001.	209
124	Primera cosecha de la plantación de PETROCAM (Hoy Plantación Forestal entre Hermanos) en 2002.	211

125	Primera cosecha de la plantación de Desarrollo Forestal en 2004, recién adquirida por PROPLANSE.	212
126	Primera cosecha de la plantación de Rancho Chaparral en 2008 en Juchique de Ferrer, Veracruz.	214
127	Camino transitable durante el periodo de secas, temporada en la cual se lleva a cabo la cosecha de plantaciones de melina. El Carmen, Campeche.	217
128	Camino principal con características de camino rural de primer orden; transitable durante todo el año. Forma parte de la red caminera de una plantación de teca en proceso de establecimiento. Campeche, Campeche.	218
129	Obrero forestal trabajando en la cosecha de una plantación de eucalipto en Las Choapas, Veracruz. Son obreros contratados por la empresa, que cuentan con las prestaciones de ley y con el equipo de protección necesario.	220
130	Procesadora forestal cosechando una plantación de eucalipto en Huimanguillo, Tabasco. Primera de este tipo en México, con rendimientos de hasta 120 m^3 de madera en rollo elaborada y descortezada por turno de trabajo.	222
131	Tractor agrícola arrimando fustes completos de eucalipto en Balancán, Tabasco. El rendimiento promedio es de 60 m^3 de madera en rollo por turno de trabajo. El tractor agrícola es un elemento muy útil en terrenos planos u ondulados.	224
132	Carga y transporte en monte de melina en El Carmen, Campeche. Las trozas se trasladan a un patio, en donde son seleccionadas para separar el material celulósico del que se enviará al aserradero y fábrica de chapa de la empresa.	225
133	Patio intermedio de almacenamiento de trozas de eucalipto para la fabricación de celulosa y papel, y tableros aglomerados. Plantación de eucalipto en Huimanguillo, Tabasco.	226
134	Tracto camión con doble remolque en Huimanguillo, Tabasco, cargado con 80 m^3 de madera en rollo para una planta de celulosa ubicada en Morelia, Michoacán.	228
135	Camino de terracería de primer orden, con acceso y tránsito permanente en ambas direcciones en Huimanguillo, Tabasco. Este camino comunica con diversos poblados y rancherías, y recibe apoyo del municipio para su mantenimiento.	233

136	Camino de extracción en una plantación de eucalipto (Eucalyptus urograndis), combinada con hule (Hevea brasiliensis) en Huimanguillo, Tabasco. La empresa "Forestales Mexicanos", tiene un nivel alto de inversión en infraestructura caminera. Nótense las cunetas a ambos lados y la incorporación de material de revestimiento.	234
137	Demostración del uso del equipo de trabajo de un motosierrista en una plantación de eucalipto en Agua Dulce, Veracruz. El uso del equipo es poco frecuente en las operaciones de abastecimiento en plantaciones.	235
138	Demostración de derribo direccional de eucalipto de siete años de edad en Agua Dulce, Veracruz, mediante el uso de cuñas y una palanca de seguridad, que evita que el árbol cambié su dirección al momento de su caída.	236
139	Arrime o extracción con remolque forestal equipado con grúa de auto carga y descarga, acoplado a un tractor agrícola trabajando en una plantación en el norte de Oaxaca. Dependiendo de la capacidad y tamaño del remolque, el volumen de carga por viaje varía entre 8 y 16 m^3 de madera en rollo.	238
140	Obrero forestal de la empresa FOMEX, en Las Choapas, Veracruz, practicando el mantenimiento preventivo de una motosierra durante un curso de capacitación.	240
141	Transporte de postes de eucalipto para la construcción de palapas playeras. La demanda por estos productos es tan alta que los consumidores de la costa del Pacífico los traen desde las plantaciones del Golfo de México	241
142	Aserradero portátil equipado con sierra circular, diseñado especialmente para el procesamiento de madera de eucalipto; trabaja acoplado a la toma de fuerza de un tractor agrícola que además sirve para trasladarlo de predio en predio.	242
143	Aserradero portátil de empujón utilizado para aserrar madera de aclareos en las plantaciones de teca de la empresa AGSA en Campeche. Con árboles de 4 a 5 años de edad se obtienen polines para construcción.	245
144	Aserradero de la empresa SERESFO en Zapata, Tabasco. Se abastece con madera de eucalipto y melina, procesando unos 30 mil m^3 de madera en rollo por año. El proyecto de plantaciones SERESFO–PROPLANSE-RESER proporciona más de 200 empleos permanentes, entre directos e indirectos.	248
145	Área de almacenamiento de producto terminado. Aserradero de SERESFO en Emiliano Zapata, Tabasco. Se trata de duela que se envía para su acabado una planta del grupo, ubicada en Toluca, Estado de México.	250
146	Producción, consumo aparente y saldo (diferencia entre producción y consumo aparente) de productos forestales en México de 1996 a 2004.	252
147	Balanza comercial (exportaciones menos importaciones) de productos forestales (los datos representan promedios de tres años).	253

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Titulo	Pág.
1	Superficie plantada con especies maderables por estado.	11
2	Superficie plantada con especies no maderables por estado	13
3	Superficie con los principales géneros y especies maderables	14
4	Superficie con las principales especies no maderables	15
5	Principales proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales maderables que se encuentran en Desarrollo	16
6	Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de eucalipto en México	29
7	Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Gmelina en México	30
8	Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Caoba en México	30
9	Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Cedro Rojo en México	31
10	Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Pinos mexicanos en México	32
11	Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Teca en México	33
12	Simulando rendimiento después del aclareo al 50% de Volumen Total los 10 años para plantaciones de Teca en México y corta final a 15 años.	34
13	Porcentajes de distribución de productos para volumen total de fuste en Eucalipto	39
14	Especies más estudiadas para plantaciones forestales comerciales.	46
15	Productos y aspectos más abordados en plantaciones forestales comerciales.	46
16	Producción forestal por grupo de productos para el periodo 1995-2004.	57
17	Regionalización del país en base a la superficie plantada de PFC.	60
18	Producción Forestal Maderable por Regiones (millones de m3r, periodo 1995-2004)	60
19	Producción forestal por grupo de productos para la Región 1 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004)	61
20	Producción forestal por grupo de productos para la Región 2 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004)	61
21	Producción forestal por grupo de productos para la Región 3 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004)	61
22	Producción forestal por grupo de productos para la Región 4 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004)	62
23	Producción forestal por grupo de productos para la Región 5 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004)	62
24	Valor de la producción forestal por grupo de productos para el periodo 1995-2004 (millones de pesos, valor nominal).	64
25	Promedio anual del IPC (Periodo 1979-2009; Año base 2002).	66

26	Promedio Anual del IPC (Periodo 1979-2009; Año Base 2004)	66
27	Valor de la producción forestal por grupo de productos para el periodo 1995-2004 (millones de pesos, año base 2004).	66
28	Volumen y valor de la producción de madera en México, 1995- 2004.	68
29	Valor de la Producción Forestal por grupo de productos para la Región 1 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004)	70
30	Valor de la Producción Forestal por grupo de productos para la Región 2 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004)	71
31	Valor de la Producción Forestal por grupo de productos para la Región 3 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).	71
32	Valor de la Producción Forestal por grupo de productos para la Región 4 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004)	71
33	Valor de la Producción Forestal por grupo de productos para la Región 5 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).	72
34	Valor de la Producción Forestal Maderable por Regiones (Periodo 1995-2004 en millones de pesos, año base 2004)	72
35	Volumen de importaciones y exportaciones de Productos Forestales durante el periodo 1996-2004 (Metros cúbicos rollo).	74
36	Valor de la Balanza Comercial de Productos Forestales durante el periodo 1996-2004 (miles de dólares).	77
37	Productos más importados por México.	80
38	Productos más importados por México.	82
39	Consumo aparente de productos forestales en México (Miles de m3).	83
40	Consumo aparente de productos forestales por grupo de productos para el periodo 1996-2004 (Volumen en miles de metros cúbicos rollo).	83
41	Superficie del bosque asignada para la producción forestal primaria.	90
42	Volumen de madera en pie a nivel mundial por regiones y continentes.	92
43	Volumen de la producción forestal a nivel mundial por regiones y continentes	95
44	Balanza Comercial de la producción forestal a nivel mundial por continente/región	97
45	Consumo aparente de materias primas forestales maderables a nivel mundial por continente/región	102
46	Leyes Forestales de México	115
47	Normatividad relacionada con las PFC	120
48	Condiciones ambientales en algunos estados del Sureste de México	146
49	Análisis FODA	148
50	Categorías y costos a considerar en el flujo de caja de una empresa forestal.	150

51	Esquema de egresos a través en un horizonte de planeación de 15 Años para la empresa PLANTEH S.A de C.V.	151
52	Cambio (en meses) de la edad de rotación en plantaciones de *Eucalyptus grandis* y *E. urophylla* ante un incremento en las variables tasa de descuento (r), costos de establecimiento (Co), y precios de carbono (pc), para dos índices de sitio y escenarios de productos finales.	152
53	Cálculo del valor neto presente (VNP), relación beneficio-costo (RB/C) y tasa interna de retorno (TIR) en plantaciones forestales comerciales de caoba y cedro bajo el esquema con subsidio.	153
54	Indicadores financieros (con y sin subsidio), turno, productos, especie, por estado y región para PFC.	154
55	Estructura de costos para Eucalipto para celulosa	160
56	Estructura de costos para cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*)	162
57	Costos promedio (pesos/ha) para cedro y caoba en un horizonte de planeación de 15 años.	163
58	Comparación de costos obtenidos de información de encuestas y proyectos o empresas evaluadas.	164
59	Clasificación por tamaño de las PFC.	167
60	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las microempresas.	169
61	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las empresas pequeñas.	170
62	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las empresas medianas.	172
63	Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las grandes empresas.	174
64	Costos promedio por hectárea por tamaño de empresa y concepto.	176
65	Costos totales promedio por hectárea para los diferentes tamaños de empresa	184
66	Volúmenes cosechados en las plantaciones forestales comerciales en "La Sabana" en la Región Mixe del Estado de Oaxaca	208
67	Volúmenes cosechados en las plantaciones forestales comerciales de "PLANFOSUR-FOMEX" en Veracruz y Tabasco.	210
68	Diferencias que condicionan las operaciones de abastecimiento de materias primas forestales maderables en México.	216
69	Industrias forestales que trabajan exclusivamente con madera de plantaciones forestales comerciales.	249
70	Industrias forestales que trabajan parcialmente con madera proveniente de plantaciones forestales comerciales.	250
71	Balanza comercial y consumo aparente de productos forestales maderables (miles de m3r) en México de 1996 a 2004.	253
72	Necesidades de materia prima forestal maderable (m^3r) para el año 2025 en México.	254
73	Superficie requerida (miles de ha) para satisfacer las necesidades de materia prima (miles de m3r).	255
74	Criterios para plantaciones forestales comerciales de eucalipto que aplican a las condiciones de México (Rivera et al., 2008).	260
75	Efectos ambientales probables de las plantaciones forestales comerciales.	264

Resumen Ejecutivo

Con el objetivo de analizar la situación actual de las Plantaciones Forestales Comerciales (PFC) y sus tendencias y necesidades en el mediano plazo; de evaluar los aspectos económicos y normativos asociados con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales; y de analizar las perspectivas de la demanda y del suministro potencial de materias primas maderables procedentes de PFC, la Comisión Nacional Forestal encargó al Colegio de Postgraduados a través del Postgrado Forestal la elaboración del presente estudio.

Para lograr estos objetivos, se utilizaron diferentes procedimientos de acopio de información, incluyendo entrevistas a profesionales clave relacionados con las PFC, levantamiento de información durante las visitas de campo en los terrenos de las plantaciones, aplicación de encuestas, revisión de los expedientes de una muestra de beneficiarios que han recibido apoyos por parte de la CONAFOR, recopilación de datos de inventarios en empresas para estimar crecimiento y rendimiento y revisión de literatura especializada. En la visita física a los sitios de plantación se verificó las condiciones generales de las plantaciones, la especie o especies plantadas y la forma en que operan los plantadores. Así mismo, se solicitó información vía electrónica a todas las Delegaciones de SEMARNAT sobre PFC no apoyadas con PRODEPLAN.

Situación actual

Después de presentar los antecedentes de las PFC en México, los resultados destacan primeramente la situación actual de las plantaciones forestales comerciales en el mundo, que alcanzan aproximadamente 187 millones de Ha, que representan el 4.8% de toda la superficie forestal mundial, concentrándose en 10 países. En cuanto a las especies que más se plantan a nivel mundial, el género Pinus ocupa el mayor porcentaje con poco más del 20%, le siguen el género Eucalyptus (10%), Hevea (5%), Acacia (4%) y Tectona (3%). Otras latifoliadas en conjunto ocupan un 18% y otras coníferas diferentes del género Pinus ocupan un 11%.

En México la superficie cubierta por PFC de diversas especies a nivel nacional alcanza aproximadamente 117,479 Ha, de las cuales las especies maderables representan un 85.2%, distribuidas básicamente en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, siendo el cedro rojo y el eucalipto, las especies que mayormente se han plantado. El resto de la superficie de PFC corresponde a especies no maderables.

Densidades, incrementos volumétricos y distribución de productos

En relación a las densidades de plantación por especie, estas se basan principalmente en los criterios establecidos en las Reglas de Operación del Programa Proárbol. Por otro lado, la edad de las principales especies maderables de las Plantaciones Forestales Comerciales no es mayor de 12 años, considerando que las plantaciones en forma masiva se iniciaron a partir del inicio del PRODEPLAN en 1997.

Para el análisis de los rendimientos e incrementos por especie de interés a nivel nacional, el estudio se enfocó a las seis especies más usadas en PFC, que por su relevancia ocupan la mayor parte de las plantaciones con fines maderables y para las cuales se generó un grupo tablas de rendimientos promedio nacionales tomando como base información nacional e internacional de la literatura científica, así como las proyecciones de los estudios

de caso elaborados para este trabajo. Lo anterior permitió construir un estimado del inventario maderable por especie en tres escenarios. También se incluye la distribución de productos por especie considerando dos estudios de caso en donde se cuenta con factores de distribución de productos para Eucalipto en función de rendimiento promedio y la edad.

Germoplasma Forestal.

En relación a la situación actual del germoplasma en PFC, se reporta que un amplio porcentaje de plantadores que no cuentan con un programa de mejoramiento genético, destacando la importancia de los ensayos de especies, procedencia y progenie.

Se destaca que la investigación en plantaciones forestales comerciales (PFC) en México la han realizado fundamentalmente varias instituciones académicas y de investigación, dentro de las que pueden mencionarse a: el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, integrado ahora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la Universidad Autónoma de Nuevo León, el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, el Colegio de la Frontera Sur, el Instituto de Ecología, la Universidad Veracruzana, el Centro de Genética Forestal, A. C., la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, enfatizando que los aspectos como la propagación vegetativa y micropropagación, los ensayos genéticos como de procedencias y progenies, la producción de plantas en condiciones controladas, la plantación y producción de planta a raíz desnuda, los aclareos, podas y fertilización, los estudios de crecimiento y los estudios de sustentabilidad y de factibilidad económica y financiera, han sido poco abordados. También se presentan las especies que y los aspectos que han sido más abordados.

Estudios de Caso

Finalmente, en relación a la situación actual, se presentan en documentos anexos, 6 estudios de caso, considerando dos empresas grandes, dos medianas y 2 pequeñas, así como, los paquetes tecnológicos de las especies más utilizadas en los programas de Plantaciones Forestales Comerciales en México.

Situación Futura.

De acuerdo con la información recabada en este estudio, se tienen registros de que en todo el país se han establecido un poco más de 10 mil hectáreas de PFC maderables por año en promedio durante la última década. Si continúa la misma tendencia en cuanto al incremento de nueva superficie destinada a PFC, la expectativa actual estaría en alcanzar una superficie de alrededor de 300 mil hectáreas para el año 2025. Las principales especies introducidas que se seguirán estableciendo son eucalipto, teca y melina. En cuanto a especies nativas las principales seguirán siendo pinos, cedro y caoba.

Proyección de cosecha a nivel nacional

En un escenario favorable, a partir del 2010 se podría llegar a un promedio de poco más de un millón de m3 de madera cosechada anualmente proveniente de PFC. Analizando solamente los 10 últimos años de este flujo, se tendría sin embargo, un flujo promedio de 960,000 m3 para un escenario limitativo y de 1, 350,000 m3 para

un escenario favorable. Las grandes fluctuaciones de cosecha inician a partir del 2026 que es el punto en que se vuelve cosechable una gran proporción de las plantaciones de Cedro Rojo y Caoba. Realmente son identificables dos patrones de cosecha futura, el de las plantaciones de rápido crecimiento como Eucalipto y Melina y el resto de las plantaciones cuyos turnos son al menos de 20 años.

Balanza comercial e industria forestal

El sector forestal está en crisis, derivado principalmente por la disminución y estancamiento en la producción forestal, en su valor y en los precios de los productos; también por la tendencia negativa y creciente de la balanza comercial. De manera específica, la producción nacional forestal se ha mantenido casi constante en los últimos años; sin embargo, el consumo doméstico ha crecido aceleradamente. Como resultado, la relación producción/consumo ha decrecido rápidamente, sobre todo en el periodo 2001-2004. Lo anterior se ve reflejado en la balanza comercial, que se vuelve cada vez más negativa.

La industria forestal por grupo de productos: madera de escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes, morillos; así como la dedicada a energéticos (leña y carbón), y la de durmientes se abastece principalmente de la madera proveniente del bosque nativo, y en una menor proporción (cerca del 5%) proviene de PFC. Los productos de importación de los cuales México depende para la industria de la celulosa y el papel y para la industria de papeles corrugados, pueden ser obtenidos con materias primas provenientes de las PFC, aunque no podrán sustituirse en el corto ni mediano plazo las importaciones.

Mercado para las PFC

En la actualidad, casi toda la producción proveniente de PFC se está destinando hacia el consumo interno de nuestro país, principalmente para productos celulósicos y en menor proporción como madera aserrada y una pequeña cantidad de la producción se le está dando un valor agregado a través de la transformación en diversos productos. Sin embargo, en el futuro se ofrece una excelente oportunidad de exportación de los productos procesados a partir de las materias primas de PFC, tales como muebles de madera para dormitorios, para oficina y hotelería; marcos, listones y molduras. Finalmente, se prevé que la participación de los productos generados a partir de las materias primas en PFC compensen la balanza comercial, ya que se pretende dar valor agregado a los mismos. Además, como lo indica el PEF 2025, las PFC deberán tener un aporte más significativo para disminuir el deterioro a que está sujeto el bosque nativo.

Consideraciones sobre la política de PFC en México

Desde 1995, cuando se consideró que el establecimiento de PFC era estratégico para aumentar la superficie forestal, la producción y la productividad forestal y reducir el déficit de productos forestales, principalmente los celulósicos y el papel, y su impacto en nuestra balanza de pagos, de una forma u otra se ha mantenido la política gubernamental de apoyos, proporcionando subsidios y otros incentivos fiscales a esta actividad. Sin embargo, con el transcurso de los años y la aplicación de las diferentes Reglas de operación que se han diseñado, primero para PRODEPLAN, después las Reglas de operación únicas para los programas de desarrollo forestal de la CONAFOR y finalmente las del programa ProÁrbol, se han ido agregando y/o modificando los conceptos y categorías de apoyo, tornando en ocasiones inmanejable al Programa, por las diferentes reglas bajo las cuales deben conducirse los proyectos, su número y las diferentes categorías de plantaciones, además de ir perdiendo su filosofía inicial de incrementar la oferta de productos forestales maderables.

Rentabilidad de las PFC

Aunque existen trabajos sobre PFC a nivel nacional, los cuales reportan información de su rentabilidad, son pocos aquellos que realmente llevan un registro contable de todas sus entradas y salidas en valor preferentemente tienen esta información aquellas empresas medianas y grandes pero deberían tenerla y usarla cualquier empresa forestal. Los estudios aquí analizados poseen indicadores de rentabilidad que van de aceptables a muy redituables. Lo que sugiere que el negocio de las plantaciones bajo las condiciones analizadas puede ser competitivo comparativamente con otro tipo de empresas (actividades ganaderas y agrícolas).

Inversiones necesarias en PFC

Las operaciones de abastecimiento en plantaciones forestales comerciales necesariamente requieren de inversiones muy importantes, casi equivalentes a los montos totales invertidos en la etapa pre–productiva que incluye el establecimiento y el mantenimiento de la plantación. Lo anterior independientemente de que la cosecha se lleve a cabo subcontratándola con un tercero o que sea ejecutada directamente por la entidad plantadora.

I. Introducción

De acuerdo con el Programa Estratégico Forestal para México (PEF 2025), la búsqueda del desarrollo forestal sustentable es una prioridad en el mediano y largo plazos; las políticas y programas contenidos en éste así lo establecen y sus resultados dependerán de la aplicación y ejecución de las estrategias y líneas de acción contempladas.

En el PEF 2025 se destaca la importancia de las Plantaciones Forestales Comerciales (PFC) para aumentar la producción maderable para el abastecimiento de la industria forestal, reducir la presión sobre los bosques naturales, fomentar la inversión privada y social en el sector forestal, y convertir áreas degradadas o improductivas en bosques productivos, contribuyendo de paso al mejoramiento del ambiente en general.

Bajo esta premisa, la Comisión Nacional Forestal rediseñó en 2001 el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) que inicio en 1997. En la actualidad, se sigue apoyando a las PFC, ahora bajo el esquema de operación de ProÁrbol, manteniendo el objetivo de apoyar el establecimiento de 875,000 hectáreas de PFC en un período de 25 años, en línea con los objetivos planteados en el PEF 2025.

A poco más de diez años de estar operando este programa, existe poca información del estado actual que guardan las plantaciones forestales que han sido apoyadas por el programa o en forma independiente, en términos de tipo de plantaciones, estructura de edades, rendimiento y producción actual y potencial, ritmos actuales y potenciales de plantación, y oferta y demanda de madera proveniente de PFC.
Por lo anterior, se planteó el desarrollo de un estudio amplio para actualizar el panorama de las PFC, y en general de toda la información requerida para visualizar y reorientar el futuro de las PFC en México.

El presente estudio está estructurado en varios capítulos que abordan los antecedentes de las Plantaciones Forestales Comerciales, los objetivos, la metodología utilizada y los resultados obtenidos a partir de información recabada directamente en el campo y complementada con información documental. Además, incorpora un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). También se incluye la bibliografía consultada para fortalecer los resultados. Al final del estudio se agrega un anexo fotográfico, las encuestas utilizadas para recabar información, así como los paquetes tecnológicos de seis especies de importancia en PFC y los Estudios de caso.

1.1. OBJETIVOS:

Únicamente las Plantaciones Forestales Comerciales que fueron establecidas para la obtención de material primas celulósicas, astillas y otros productos maderables fueron incluidas en el presente estudio por lo que los objetivos planteados son mencionados a continuación:

a) Analizar la situación actual de las PFC y sus tendencias y necesidades en el mediano plazo;
b) Evaluar los aspectos económicos y normativos asociados con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales;
c) Analizar las perspectivas de la demanda y del suministro potencial de materias primas maderables procedentes de plantaciones forestales comerciales.

II. ANTECEDENTES DE LAS PFC

En México, el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales representa un panorama que data desde 1930, con las incursiones de grandes empresas en la industria forestal mexicana. El primer intento por desarrollar plantaciones forestales comerciales se llevó a cabo en 1932 por la cerillera La Imperial, que estableció plantaciones de álamos en las cercanías de Chalco, Estado de México.

Posteriormente, hubo otros intentos por realizar pequeñas plantaciones. Pero en 1953 la compañía Fibracel inició un programa para abastecer a la industria de tableros de fibra, por lo que estableció alrededor de 5 mil hectáreas de plantaciones de Eucalipto y Melina en Tamuín, San Luis Potosí, que cosechó a finales de los 60´s.

Entre 1974 y 1983 el Gobierno Federal, a través del Fideicomiso para el Desarrollo del Plan de Estructuración de Bosques Artificiales (FIDEBA), plantó alrededor de 9 mil hectáreas en San Juan Cotzocón, Distrito Mixe, con el propósito de abastecer a la planta de celulosa de FAPATUX (Fábricas de Papel Tuxtepec), ubicada en Tuxtepec, Oaxaca. Las especies plantadas fueron pinos tropicales (Pinus caribaea var. hondurensis, P. caribaea var. caribaea, P. tropicalis y P. oocarpa). Por otro lado, durante los años de 1975 a 1978, la empresa paraestatal Productos Forestales de la Tarahumara (PROFORTARAH) en el estado de Chihuahua, estableció cerca de 6,500 hectáreas de plantaciones con diferentes especies de pinos de la localidad (Pinus arizonica, P. durangensis y P. engelmanni), las cuales tuvieron como propósito original la producción de madera en rollo.

En 1997 se estableció el PRODEPLAN (Programa Nacional para el Desarrollo de Plantaciones Forestales) y fue rediseñado en 2001, siendo el primero de su tipo en el país, cuyo objetivo principal fue apoyar, en un espacio de tiempo de 25 años, el establecimiento de 875,000 hectáreas de plantaciones forestales comerciales. Lo anterior tenía como propósito reducir las importaciones de productos forestales, creando al mismo tiempo alternativas de desarrollo sustentable y diversificación productiva en México, mediante la reconversión al uso forestal de terrenos que alguna vez fueron desmontados con fines agropecuarios.

Actualmente, más de 50 empresas han incursionado en este atractivo agronegocio de largo plazo, pero existen más de 1500 proyectos de plantaciones establecidas por empresas privadas, pequeños propietarios, ejidos, comunidades y sociedades agrarias, que están siendo apoyados por la Comisión Nacional Forestal, fomentando así el incremento de superficies establecidas con plantaciones forestales comerciales.

Debido a que existe una inconsistencia para definir una plantación forestal en términos globales, instituciones relacionadas en materia forestal en México (CONAFOR) han apoyado el esfuerzo de clarificar el término "Plantación Forestal" para fines operativos y de planeación dentro del contexto legal nacional.

En el marco de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, las Plantaciones Forestales Comerciales (Art. 85) se definen y regulan dentro de una serie de especificaciones desde la aprobación de la plantación (SEMARNAT-CONAFOR, 2005). Sin embargo, los términos como tales no se encuentran definidos, por lo que la calificación y evaluación de una plantación puede ser tan arbitraria, dependiendo de lo estricto o ambiguo que sea el criterio del responsable técnico de la plantación.

En este sentido, es importante determinar los criterios en los que se basará el presente estudio y la terminología utilizada para determinar cada uno de los elementos que proporcionaran información del estado actual de las plantaciones forestales comerciales maderables en México.

Para los efectos del presente estudio, se entenderá como Plantación Forestal a la cubierta vegetal artificial establecida donde previamente había o no bosque, pero se establecen especies diferentes a las nativas que originalmente existieron y basada en el conocimiento silvícola (CONFORA, 2001; Shepherd, 1986).

Las Plantaciones Forestales Comerciales son aquellas cuyo propósito puede ser maderable y no maderable. En el primer caso (Industrial o maderable) se orienta la producción de madera para celulosa y para la industria forestal mecánica (tablas, tableros, muebles, etc.). Con un incremento anual mínimo de 12 a 15 metros cúbicos de madera por hectárea. Mientras que las no maderables se destinan para la obtención de productos como leña, carbón vegetal y que combinan la producción forestal con actividades agropecuarias.

De acuerdo al los objetivos del presente estudio serán consideradas únicamente las plantaciones forestales comerciales establecidas para la obtención de materias primas celulósicas, astillas y otros productos maderables.

III. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente estudio se utilizaron diferentes procedimientos de acopio de información, incluyendo entrevistas a profesionales clave relacionados con las PFC, levantamiento de información durante las visitas de campo en los terrenos de las plantaciones, aplicación de cuestionarios, revisión de los expedientes de una muestra de beneficiarios que han recibido apoyos por parte de la CONAFOR, recopilación de datos de inventarios en empresas para estimar crecimiento y rendimiento y revisión de literatura especializada. En la visita física a los sitios de plantación se verificó las condiciones generales de las plantaciones, la especie o especies plantadas y la forma en que operan los plantadores. Así mismo, se solicitó información vía electrónica a todas las Delegaciones de SEMARNAT sobre PFC no apoyadas con PRODEPLAN.

Uno de los elementos centrales de este estudio fue el análisis sustentado en los hallazgos en campo y los argumentos teóricos y prácticos establecidos en la literatura relevante. De estos análisis se desprendieron las conclusiones y recomendaciones que aportan elementos para visualizar el posible futuro de las PFC en México. La metodología se realizó, de manera detallada, de acuerdo a las siguientes etapas:

3.1. MUESTRA DE BENEFICIARIOS

Se solicitó a la CONAFOR a través de la gerencia de Plantaciones Forestales Comerciales la base de datos correspondiente a los apoyos otorgados por esta Dependencia desde que se inició el Programa de subsidios en 1997 hasta el 2008. Con base en esta información se procedió a seleccionar la muestra de beneficiarios (plantadores) que serían entrevistados posteriormente. El primer criterio que se tomó en cuenta para seleccionar los proyectos fue la extensión de las áreas apoyadas. Utilizando ese criterio como factor de ponderación estadística, se simuló un muestreo para detectar los predios con mayor probabilidad de ser seleccionados. El proceso se repitió cincuenta veces y se cuantificaron las veces en que cada predio fue seleccionado durante esas cincuenta simulaciones. Finalmente los predios incorporados a la muestra fueron aquéllos que resultaron seleccionados mayor número de veces durante el proceso de simulación.

Este método describe el proceso de selección de la muestra con probabilidad proporcional al tamaño, decisión se basa en lo siguiente: si bien los micro-proyectos representan el 69.5% del número total de la lista de productores apoyados, debe tomarse en cuenta que los grandes proyectos de plantaciones forestales ocupan el 35% de la superficie apoyada; sin embargo, representan el 1% en términos del número total de apoyos. Es decir el 1% de los beneficiarios ha absorbido el 37% de los subsidios de PROARBOL para plantaciones forestales. Ante esta perspectiva sería totalmente inadecuado realizar un muestreo en donde cada beneficiario tuviera la misma probabilidad de selección, esto implicaría por ejemplo, que una plantación apoyada y verificada de 0.4 ha, tiene la misma probabilidad de ser seleccionada que una con 10,155 ha apoyadas.

El muestreo dio mayor importancia a los beneficiarios grandes sin dejar de considerar a los pequeños y de esta manera, obtener estimaciones insesgadas y confiables. Lo anterior fue posible a través del proceso de selección usado que permitió además, simular un grupo de escenarios en donde fueron apareciendo los beneficiarios "obligados", es decir, aquellos que en cada muestra de tamaño 46 simulada 50 veces, aparecían siempre. Ahora, los proyectos grandes fueron 15, lo que implica que también se consideró el resto del espectro de los beneficiarios, con la salvedad que, nuevamente, el predio de 0.4 ha, tiene muy bajas probabilidades de ser seleccionado en la muestra.

Para el tamaño de muestra se partió de que las propiedades muestréales tienden a ser validas a partir de un tamaño de muestra de 30, por lo que en este caso se tomó un tamaño de 46, ya que no se parte de un nivel de información previa y 46 es un número relativamente seguro para un estudio de este tipo (a nivel estadístico).

3.2. DISEÑO DE ENCUESTAS

Se elaboraron formatos de encuesta para las siguientes poblaciones a muestrear: (1) Plantadores (Beneficiarios), (2) Prestadores de Servicios Técnicos, (3) Investigadores, (4) Funcionarios y Operativos de la CONAFOR y (5) Profesionales Clave relacionados con las PFC. El diseño de encuestas se realizó considerando los alcances de la propuesta y los términos de referencia (TDR) del estudio, para complementar la información establecida en el guión planteado en los TDR.

3.3. CALIBRACIÓN DE ENCUESTAS

Después de diseñadas las encuestas se procedió a realizar una calibración de éstas entre los integrantes del grupo de trabajo y con algunos plantadores, con el propósito de identificar posibles deficiencias en las encuestas y subsanarlas para que al momento de aplicarlas a los participantes seleccionados, fueran un instrumento efectivo. Además, se consideró la revisión de las encuestas por parte de algunos miembros de la CONAFOR que laboran directamente en la gerencia de Plantaciones, de donde se incorporaron algunas sugerencias.

3.4. REVISIÓN DE LITERATURA

Respecto a esta actividad se inició la búsqueda de información en diversas fuentes, incluyendo revistas técnicas y científicas, libros, páginas de Internet, información adicional por parte de CONAFOR y memorias de eventos relacionados. El propósito principal de la revisión bibliográfica fue el obtener bases teóricas para reforzar la información derivada de las encuestas; además conocer los antecedentes de las PFC en México y la información básica de las principales especies utilizadas en las PFC.

3.5. REVISIÓN DE EXPEDIENTES FÍSICOS DE PROYECTOS APOYADOS

Con el propósito de obtener información sobre algunos de los proyectos de PFC que han recibido apoyos, se realizó una visita a las Oficinas Centrales de la CONAFOR para obtener los expedientes físicos de la muestra seleccionada. Además se revisó en cada expediente los informes elaborados por los plantadores para conocer detalles de la operatividad de los proyectos.

3.6. APLICACIÓN DE ENCUESTAS

Para el levantamiento de la información en campo, se contó con el apoyo de personal calificado en el área forestal. En particular, se contó con la participación de varios profesores investigadores con experiencia en plantaciones forestales para apoyar el proceso de aplicación de cuestionarios, visitas a las áreas de plantación y entrevistas con productores y funcionarios de la CONAFOR, en varios estados. Los estados donde se levantó más información en todo el proceso fueron Veracruz, Campeche, Tabasco, Chiapas, Puebla y Oaxaca, lo cual coincide con el importante desarrollo de proyectos de plantaciones forestales comerciales en los últimos años en esos estados.

3.7. ANÁLISIS DE DATOS DE INVENTARIOS DE EMPRESAS Y ESTUDIOS DE CASO

Para poder contar con estimaciones adecuadas sobre el crecimiento y rendimiento maderable, así como para proyectar los inventarios se utilizó información dasométrica (diámetro, altura y edades), proveniente de datos de inventarios forestales provistos por las empresas en sus áreas de cultivo. Además se tomaron datos y resultados provenientes de estudios especializados tales como artículos científicos y tesis de maestría y doctorado enfocadas al crecimiento y rendimiento en plantaciones forestales en México.

Con esta información se construyeron los escenarios de los estudios de caso reportados y a partir de ellos los escenarios del rendimiento maderable esperado para las especies de mayor importancia en México. Tanto para los estudios de caso como para las proyecciones generales se ajustaron ecuaciones de crecimiento globales. Para el ajuste de los modelos descritos se utilizó en paquete SAS y el complemento Solver de Excel.

De esta forma, utilizando los datos de inventarios provistos por los plantadores fue posible no solamente la construcción de los modelos utilizados en los estudios de caso sino las proyecciones de rendimiento maderable a nivel nacional por especie. Si bien en el proyecto original contemplaba un grupo de sitios a levantar en función de la importancia de las especies, se encontró que los datos aportados por los plantadores superaban ampliamente las expectativas de información necesaria para los cálculos. Los datos utilizados fueron tomados en un total de 910 sitios de inventario, la mayoría de 500 m2 y 400 m2, aunque algunos de los sitios en Nayarit y Veracruz fueron de 100 m2. La información corresponde a las especies de mayor importancia descritas en el estudio (Eucalipto, Teca, Melina, Cedro rojo, Caoba y Pino). En esos sitios se midieron más de 37,000 árboles y representan toda una variedad de edades, calidades de estación y prácticas silvícolas que en mucho superan en alcance al número de sitios totales necesarios para las estimaciones nacionales.

Para el reporte final sin embargo, se ajustaron las proyecciones de los estudios de caso para estudios de tipo nacional al combinar resultados de varios de ellos (e.g. Eucalipto o Cedro Rojo) o los estudios únicos (e.g. Teca y Pino) a fin de generar modelos conservadores (que tiendan a subestimar el rendimiento) pero realistas. Tal es el caso de pino en Zacualpan, Veracruz, ya que mientras que los datos del estudio de caso sugieren que la zona es de una altísima aptitud para Pinus patula con incrementos promedio de 30 m3/ha/año, sería poco realista asumir que todas las plantaciones de pino en el país crecen de esta forma. Después de consultas entre los expertos del proyecto se acordó usar el patrón de crecimiento encontrado pero de forma tal que los incrementos promedios se ajustaran a 10 m3/ha/año, que es 10 veces el incremento promedio asumido en bosques naturales bajo manejo (5 veces comparado con el crecimiento estimado en la Sierra Norte de Puebla).

3.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la captura de la información obtenida a través de las encuestas, se elaboró una plantilla para cada uno de los grupos de encuestados, con la ayuda del programa "Microsoft Office Excel 2007"; dicha plantilla se procesó y analizó con el mismo programa. A partir de dicho análisis se obtuvieron las estadísticas básicas (frecuencia, porcentaje, promedio, suma y desviación estándar) para cada una de las respuestas recibidas a las preguntas planteadas. Los resultados se clasificaron y ordenaron para generar cuadros de salida con la información de cada una de las variables establecidas en las preguntas.

3.9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizó la interpretación de los resultados de los cuadros de salida de acuerdo con la especialidad de cada uno de los miembros del equipo de trabajo que participó en este estudio. En varios de los temas cubiertos, la revisión de bibliografía proporcionó un apoyo fundamental para sustentar los resultados obtenidos de las encuestas y las entrevistas realizadas.

IV. RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

4.1.1. PLANTACIONES FORESTALES EN EL MUNDO

En el documento sobre la situación de los Bosques en el Mundo (FAO, 2005) se estimó una superficie total de bosques a nivel mundial de aproximadamente 3,869 millones de hectáreas. Sin embargo, las plantaciones forestales (incluyendo productivas y protectoras) solamente alcanzan aproximadamente 187 millones de hectáreas, que representan el 4.8% de toda la superficie forestal mundial.

En la Figura 1 se muestra la distribución por regiones del área estimada de plantaciones forestales en el mundo (FAO, 2005). En ella puede apreciarse que en Asia se concentra el 62% del total de plantaciones, seguida por Europa con un 17% y América del Norte y Central con un 9%, mientras que las demás regiones aparecen con porcentajes menores. En cuanto a superficie plantada, en Asia se tienen aproximadamente 116 millones de hectáreas, seguida de Europa con 32 millones de hectáreas.

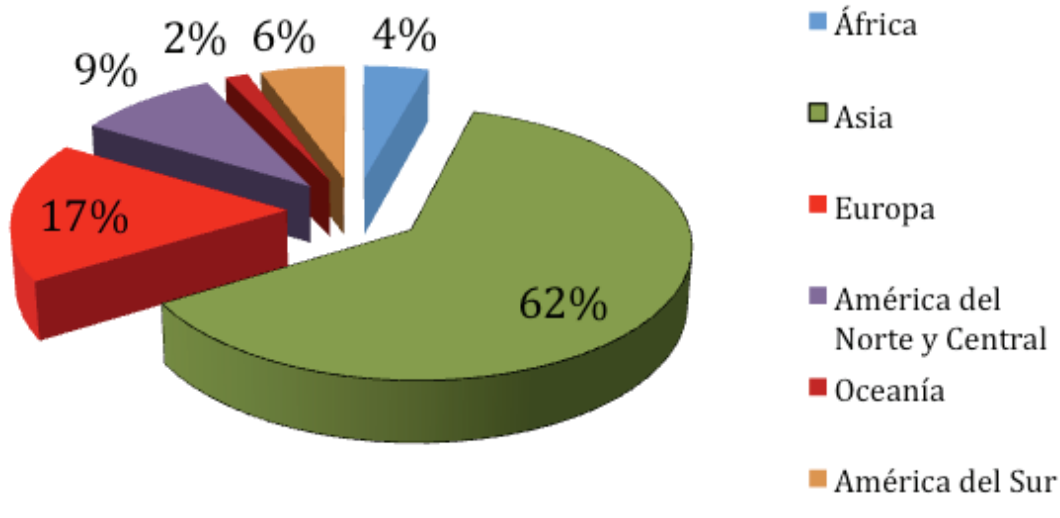


Figura 1. Distribución mundial de las plantaciones forestales por regiones.

Los cambios en cuanto a la superficie cubierta por plantaciones forestales productivas o industriales en las diferentes regiones, se ha mostrado un incremento constante durante los últimos 15 años para todas ellas. Sin embargo, los incrementos para el caso de África y Oceanía han sido muy pequeños, mientras que en el caso de Asia, el incremento en la superficie de este tipo de plantaciones durante los últimos 15 años representa más del 35% (Figura 2).

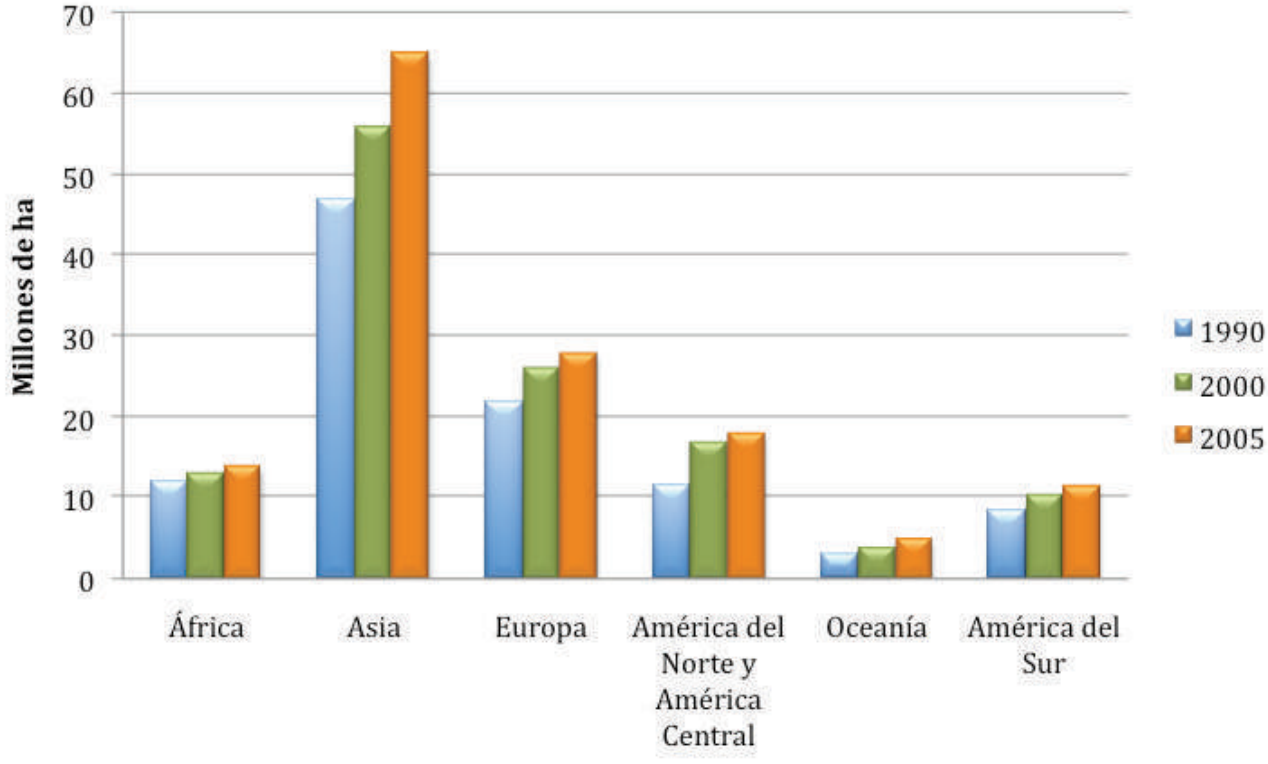


Figura 2. Cambios en la superficie de plantaciones forestales productivas o industriales por regiones. Fuente: FAO, 2005.

Al analizar la distribución de las plantaciones forestales a nivel de país, se encuentra que existe una gran concentración de la superficie plantada en unos cuantos países. Aproximadamente el 80% de las plantaciones forestales a nivel mundial se concentran en 10 países (FAO, 2005). China es el país que ocupa el primer lugar en superficie plantada con más de 45 millones de hectáreas, seguido de India con más de 32 millones, la Federación Rusa con 17 millones y Estados Unidos con 16 millones de hectáreas (Figura 3).

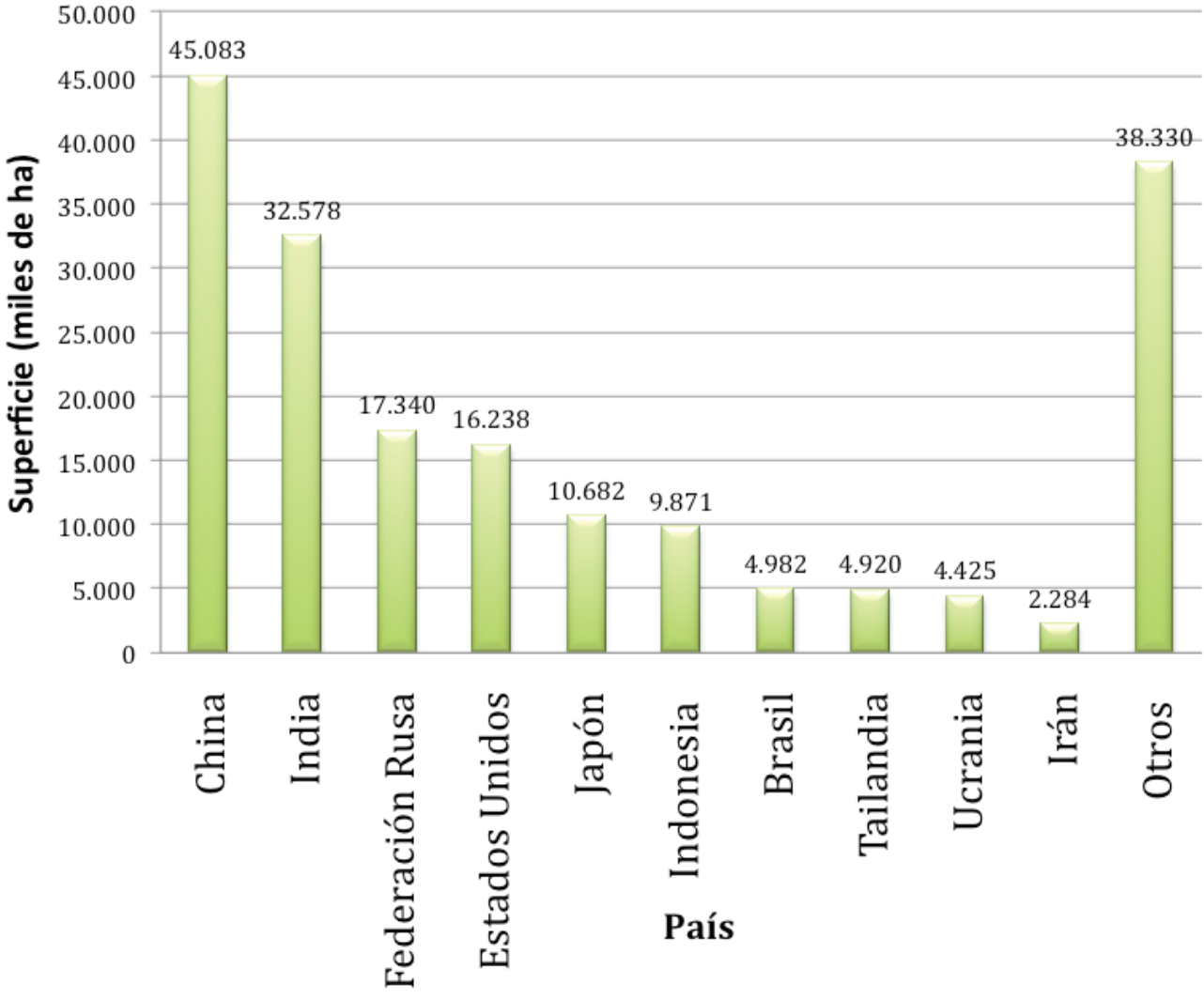


Figura 3. Principales países a nivel mundial en cuanto a la superficie establecida de plantaciones forestales.

En cuanto a las especies que más se plantan a nivel mundial, el género Pinus ocupa el mayor porcentaje con poco más del 20%, le siguen el género Eucalyptus (10%), Hevea (5%), Acacia (4%) y Tectona (3%). Otras latifoliadas en conjunto ocupan un 18% y otras coníferas diferentes del género Pinus ocupan un 11% (FAO, 2000).

4.1.2. PLANTACIONES FORESTALES EN MÉXICO, A NIVEL NACIONAL, ESTATAL Y REGIONAL

Para contabilizar las superficies plantadas y las características de las PFC en México, se consideró como principal fuente de información la base histórica de datos (1997-2008) de las superficies plantadas, verificadas y pagadas por parte de la CONAFOR. Sin embargo, es necesario mencionar que existen otras superficies con plantaciones establecidas que no han recibido ningún tipo de apoyo por parte de la CONAFOR y que de acuerdo con la opinión de varios expertos en PFC fluctúan entre un 5 y 10% de la superficie registrada en la base de datos. Además, es necesario resaltar que también existen diversas plantaciones que ya se encuentran establecidas y que apenas se encuentran en el proceso de obtención de los apoyos, que no han sido verificadas y por lo tanto no están tampoco consideradas en los totales que se describen a continuación.

Así mismo, en las cifras mencionadas en este capítulo no están incluidas las plantaciones mencionadas en el capítulo de antecedentes, primero, porque muchas fueron cosechadas y ya no se renovaron y algunas otras, como el caso de las plantaciones establecidas en La Sabana, ya se encuentran hasta en un tercer ciclo de corta y actualmente se están manejando como si fuera bosque natural.

Así pues, considerando las aclaraciones establecidas anteriormente, la superficie cubierta por PFC de diversas especies a nivel nacional alcanza aproximadamente 117,479 Hectáreas, de las cuales las especies maderables cubren un 85.2% (100,131 Ha), mientras que las especies no maderables cubren solamente un 14.8% (17,348 Ha). Lo anterior se puede apreciar en la Figura 4.

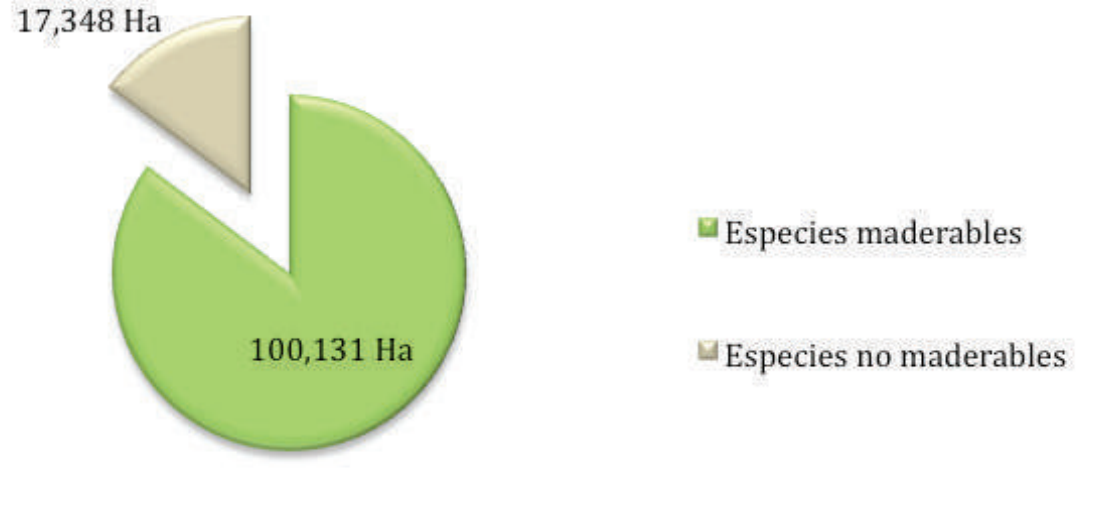


Figura 4. Superficie maderable y no maderable cubierta por Plantaciones Forestales Comerciales en México.

Superficie cubierta con especies maderables.

Los Estados de la República Mexicana que reportan la mayor superficie plantada de PFC maderables son Veracruz, Tabasco y Campeche. En estos tres estados se concentra alrededor del 60% del total de la superficie plantada en el país, como se muestra en la Figura 5.

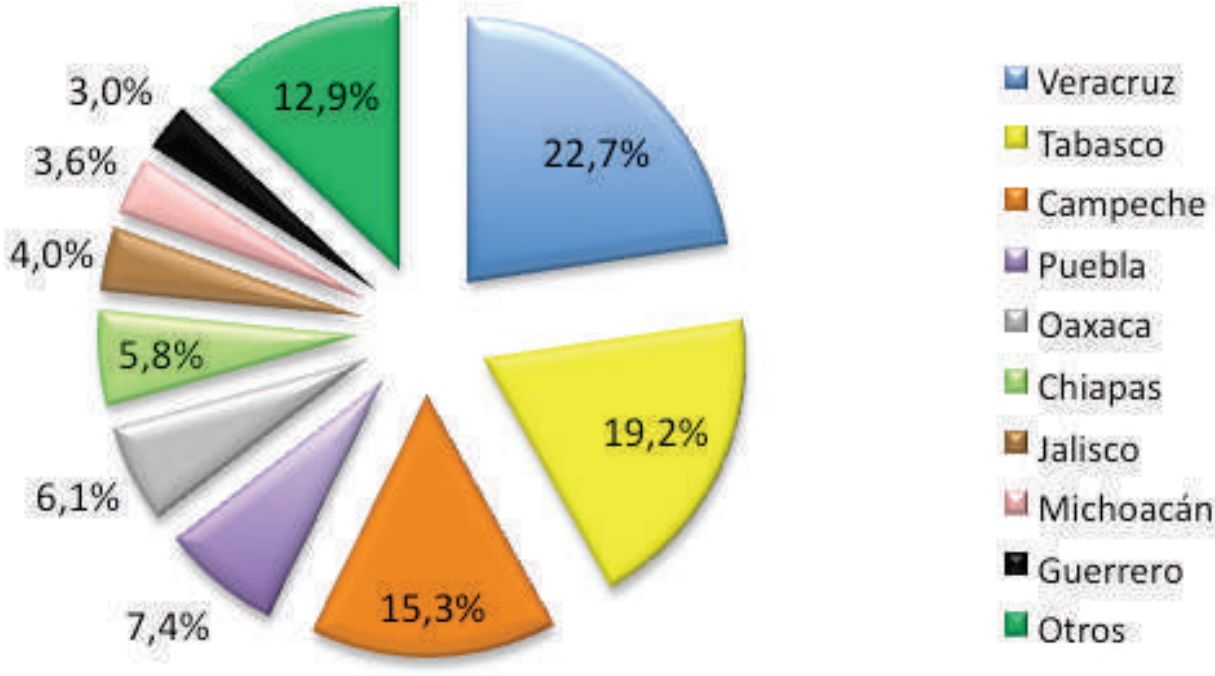


Figura 5. Proporción de la superficie plantada con especies maderables por estado.

Como se indica en el Cuadro 1 los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche tienen una superficie de plantaciones comerciales maderables de 57,305 Ha de un total de 100,131 Ha. Además de estos, hay otros seis estados (Puebla, Oaxaca, Chiapas, Jalisco, Michoacán y Guerrero) que presentan importantes superficies de PFC. Los nueve estados mencionados cubren casi un 90% de la superficie establecida de PFC maderables en el país.

Estado	Superficie (Ha)	(%)
Veracruz	22,695.5	22.7
Tabasco	19,270.8	19.2
Campeche	15,337.6	15.3
Puebla	7,444.2	7.4
Oaxaca	6,092.4	6.1
Chiapas	5,780.0	5.8
Jalisco	3,964.6	4.0
Michoacán	3,630.4	3.6
Guerrero	2,970.1	3.0
Otros	12,945.7	12.9
Total	**100,131.1**	**100.0**

Cuadro 1. Superficie plantada con especies maderables por estado.

Superficie cubierta con especies no maderables.

Para el caso de las especies no maderables, se observó una tendencia diferente, es decir, el estado de Coahuila representa casi un 55% de toda la superficie no maderable, como se aprecia en la Figura 6.

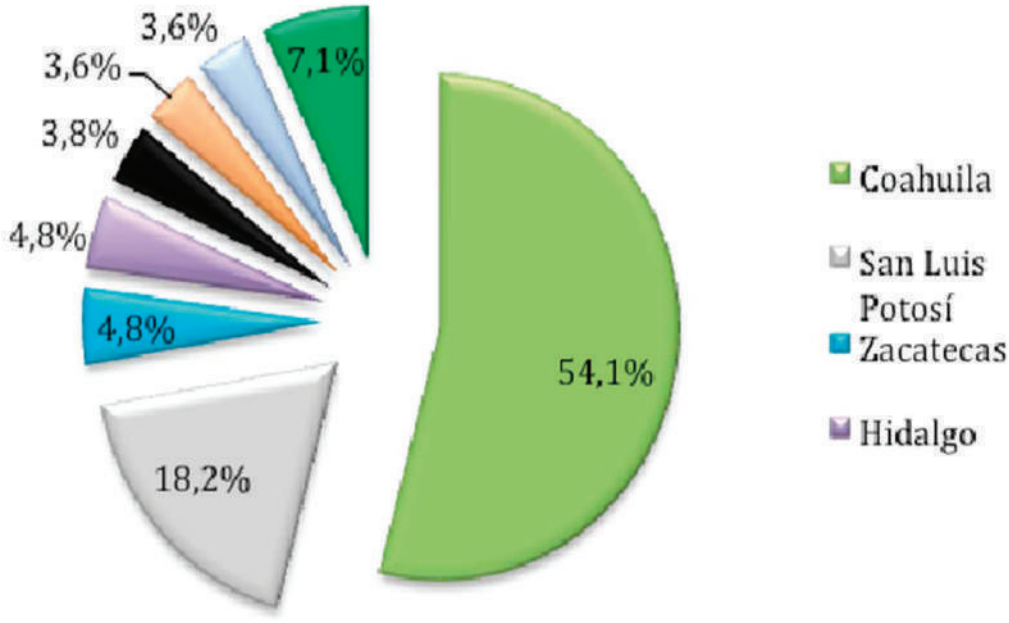


Figura 6. Proporción de la superficie plantada con especies no maderables por estado.

El estado de Coahuila tiene una superficie no maderable de 9380 ha de un total de 17348 ha. Le sigue en orden de importancia el estado de San Luis Potosí con 3,160 ha y a partir de allí la superficie se divide en porcentajes menores entre otros once estados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie plantada con especies no maderables por estado.

Estado	Superficie (Ha)	(%)
Coahuila	9,380.0	54.1
San Luis Potosí	3,160.1	18.2
Zacatecas	840.0	4.8
Hidalgo	825.5	4.8
Tamaulipas	653.0	3.8
Nayarit	632.0	3.6
Veracruz	618.6	3.6
Chiapas	489.0	2.8
Tabasco	357.0	2.1
Baja California Norte	190.0	1.1
Oaxaca	124.3	0.7
Durango	50.0	0.3
Chihuahua	28.1	0.2
Total	**17,347.5**	**100.0**

Principales especies maderables plantadas.

Considerando la superficie plantada con especies maderables, los géneros Eucalyptus, y Pinus en conjunto con Cedrela odorata cubren una superficie mayor al 55% de la superficie total plantada, como se muestra en la Figura 7.

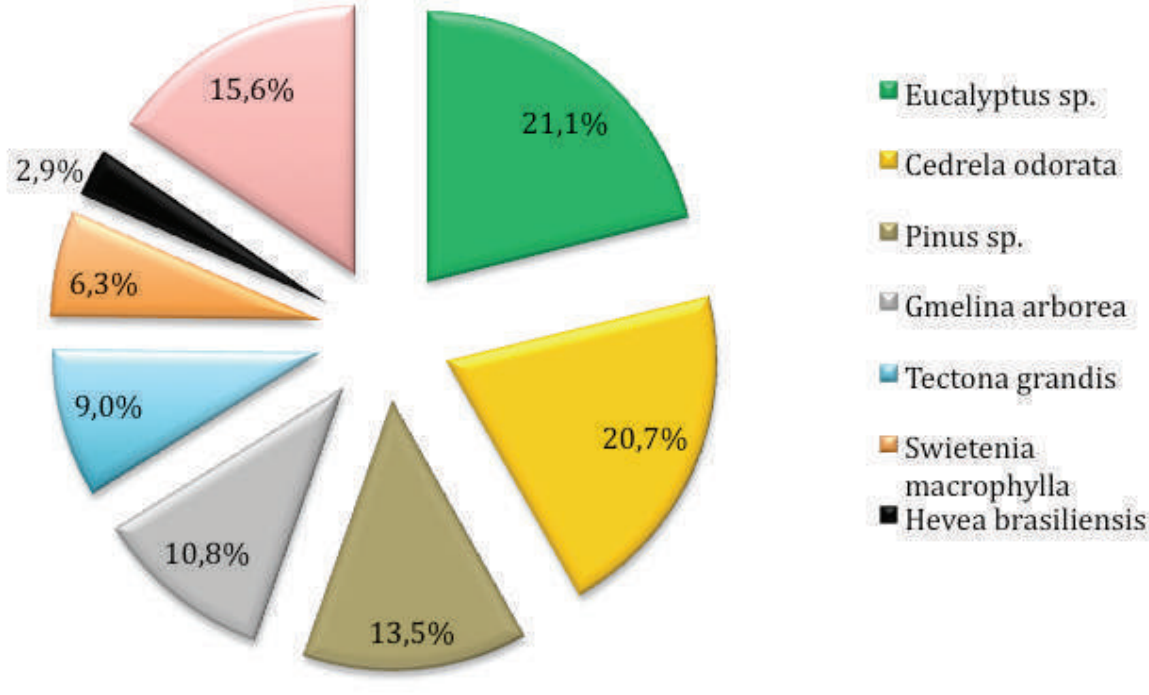


Figura 7. Proporción de la superficie con las principales especies maderables.

En el Cuadro 3 se muestra que tan solo los géneros Eucalyptus y Pinus con Cedrela odorata suman una superficie de 55,748 Ha, de un total maderable de 100131 Ha. Se puede apreciar que el género Eucalyptus es el que abarca la mayor superficie plantada con 21,168 ha, seguido muy de cerca por la especie Cedrela odorata con 20,705 ha. Después le siguen diversas especies del género Pinus con 13,566 ha, Gmelina arbórea con 10,830 ha, Tectona grandis con 9,024 ha, Swietenia macrophylla con 6,328 ha y Hevea brasiliensis con 2,892 ha. El resto de las especies cubren alrededor de 15,617 ha.

Cuadro 3. Superficie con los principales géneros y especies maderables.

Especie	Superficie (Ha)	(%)
Eucalyptus .	21,167.8	21.1
Cedrela odorata	20,705.0	20.7
Pinus	13,566.2	13.5
Gmelina arborea	10,830.1	10.8
Tectona grandis	9,024.5	9.0
Swietenia macrophylla	6,328.4	6.3
Hevea brasiliensis	2,892.0	2.9
Otras	15,617.0	15.6
Total	**100,131.1**	**100.0**

Principales especies no maderables plantadas.

Agave lechuguilla cubre una superficie alrededor del 60% de la superficie total plantada con especies no maderables, como se muestra en la Figura 8.

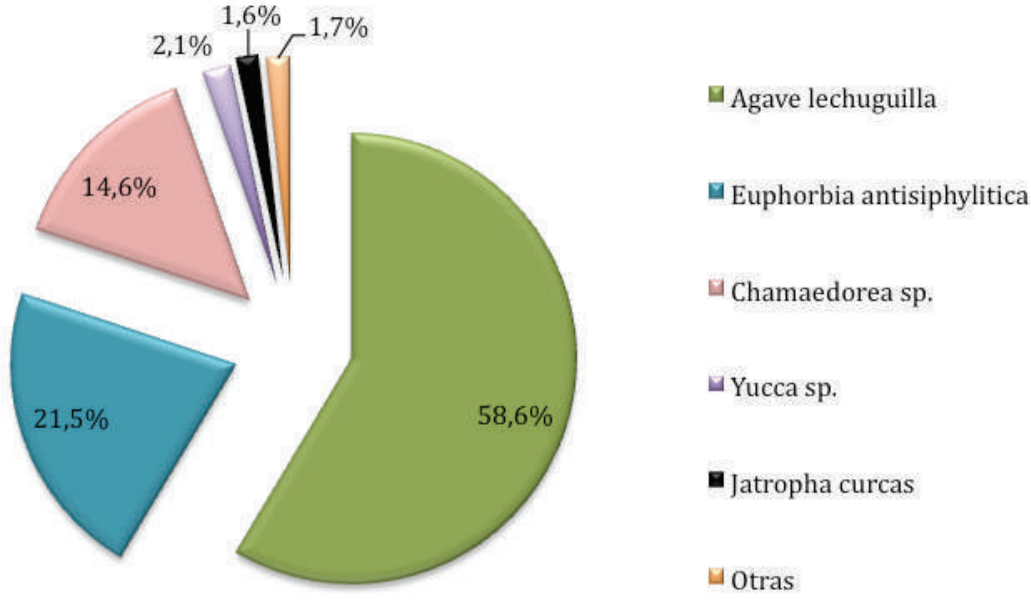


Figura 8. Proporción de la superficie plantada con las principales especies no maderables.

Para el caso de las especies no maderables el Agave lechuguilla tiene una superficie de 10,161.6 Ha, de un total de 17,347.5 Ha, como se indica en el Cuadro 4. Le siguen en orden de importancia Euphorbia antisiphylitica (3,734.2 ha), Chamaedorea elegans (1,627.9 ha) y Chamaedorea pochutlensis (632 ha).

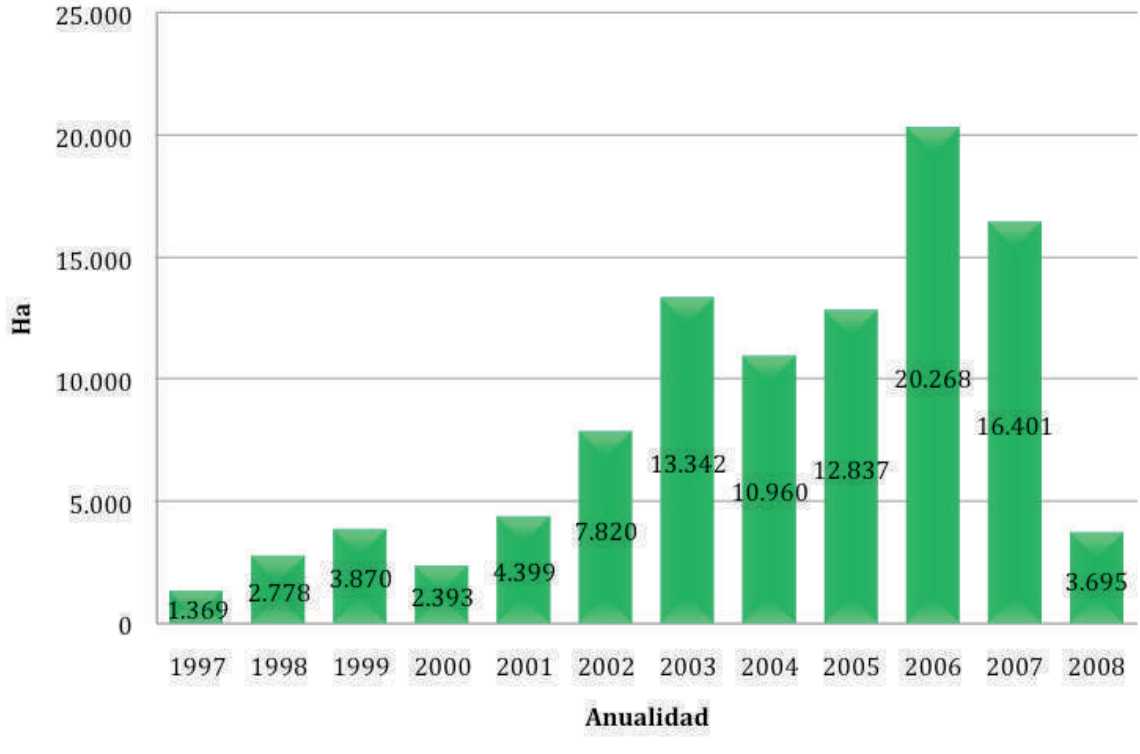
Superficies plantadas por año

La superficie cubierta con plantaciones maderable es de 100,131 Ha establecidas de 1997 a 2008. La tendencia de plantaciones forestales comerciales se muestra en la Figura 9 en la cual se observa que la mayor superficie plantada con especies maderables fue en el 2006.

Cuadro 4. Superficie con las principales especies no maderables.

Especie	Superficie (Ha)	(%)
Agave lechuguilla	10,161.6	58.6
Euphorbia antisiphylitica	3,734.2	21.5
Chamaedorea elegans	1,627.9	9.4
Chamaedorea pochutlensis	632.0	3.6
Jatropha curcas	272.0	1.6
Yucca schidigera	190.0	1.1
Yucca thompsoniana	169.3	1.0
Chamaedorea ernesti-augusti	164.1	0.9
Chamaedorea oblongata	103.4	0.6
Otras	293.1	1.7
Total	**17,347.5**	**100.0**

Figura 9. Superficie maderable por anualidades.



Concentración regional de las PFC

La mayor parte de las superficie cubierta con PFC se concentra en la región sureste del país, mientras que en la región norte es donde existen las menores superficies plantadas con este tipo de plantaciones, incluso hay cuatro estados que no reportan superficie establecida con PFC (Figura 10).

Figura 10. Superficie maderable cubierta con Plantaciones Forestales Comerciales por estado.

De la superficie maderable que se tiene registrada, existen alrededor de 1800 plantadores de los cuales los 15 principales en desarrollo se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Principales proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales maderables que se encuentran en Desarrollo.

Beneficiario	Régimen de propiedad	Estado(s)	Municipio(s)	Superficie (Ha)	Principales especies plantadas
Forestaciones Operativas de México, S.A. de C.V.	Empresa privada	Veracruz, Tabasco, Michoacán y Estado de México	Las Choapas, Huimanguillo	10,155.79	*Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus sp.*
Agropecuaria Santa Genoveva S. A. de C. V.	Empresa privada	Campeche	Campeche	4,613.99	*Tectona grandis y Cedrela odorata*
Plantaciones de Tehuantepec S. A. de C. V.	Empresa privada	Oaxaca y Veracruz	Santiago Yaveo, San Juan Cotzocón y Playa Vicente	2,581.40	*Eucalyptus urophylla y Eucalyptus grandis*
PROPLANSE, S.A. de C.V.	Empresa privada	Tabasco	Balancán	2,384.13	*Cedrela odorata*, *Gmelina arbórea y Swietenia macrophylla*

Beneficiario	Régimen de propiedad	Estado(s)	Municipio(s)	Superficie (Ha)	Principales especies plantadas
Forestales Mexicanos, S.A. de C.V.	Empresa privada	Tabasco y Veracruz	Huimanguillo y Las Choapas	2,350.00	*Hevea brasiliensis, Eucalyptus urophylla y Eucalyptus sp.*
Agroindustrial Agua Fría, A.R.I.C. de R.L.	Empresa privada	Campeche y Veracruz	El Carmen y Juan de Rodríguez Clara	2,083.03	*Gmelina arborea, Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*
Unión de Silvicultores de la Región de Escárcega S. P. R.	Social	Campeche	Escárcega y Champotón	1,818.50	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*
Plantaciones de Hule de Palenque, S.A. de C.V.	Empresa privada	Chiapas	Palenque y Catazaja	1,717.00	*Hevea brasiliensis*
Silvicultora Saraya S.A. de C.V.	Empresa privada	Guerrero	La Unión y Petatlán	1,601.35	*Eucalyptus camaldulensis, Eucalypthus urophylla y Eucalyptus sp.*
Oro Verde, S.A. de C.V.	Empresa privada	Puebla	Jopala	1,506.05	*Acacia magium, Dalbergia retusa y Astronium graveolens*
Siltromex, S.P.R. de R.L. de C.V.	Arrendatario	Campeche	Campeche, Tenabó, Escárcega	1,420.91	*Gmelina arborea, Cedrela odorata y Taebuia rosea*
Rancho Chaparral, S.P.R. de R.L. de C.V.	Empresa privada	Campeche y Veracruz	Champotón, Juchique de Ferrer	1,311.32	*Tectona grandis, Cedrela odorata y Gmelina arborea*
PROFORCA, S.A. de C.V.	Empresa privada	Campeche	Campeche	1,045.10	*Tectona grandis, Gmelina arbórea, Swietenia macrophylla y Cedrela odorata*
Agroforestales Teponaxtle S.P.R. de R.L.	Social	Puebla	Xicotepec, Tlacuilotepec, Pahuatlan, Pantepec, Huauchinango,	1,033.71	*Cedrela odorata, Acrocarpus fraxinifolius y Swietenia macrophylla*
PROTEAK UNO S. A. de C. V.	Empresa privada	Nayarit	Ruiz	1,000.00	*Tectona grandis*
Otras				63,508.84	
Total				100,131.12	

La información anterior se ve representada gráficamente en la siguiente Figura 11 donde se muestran las 15 principales Plantaciones Forestales Comerciales en Desarrollo.

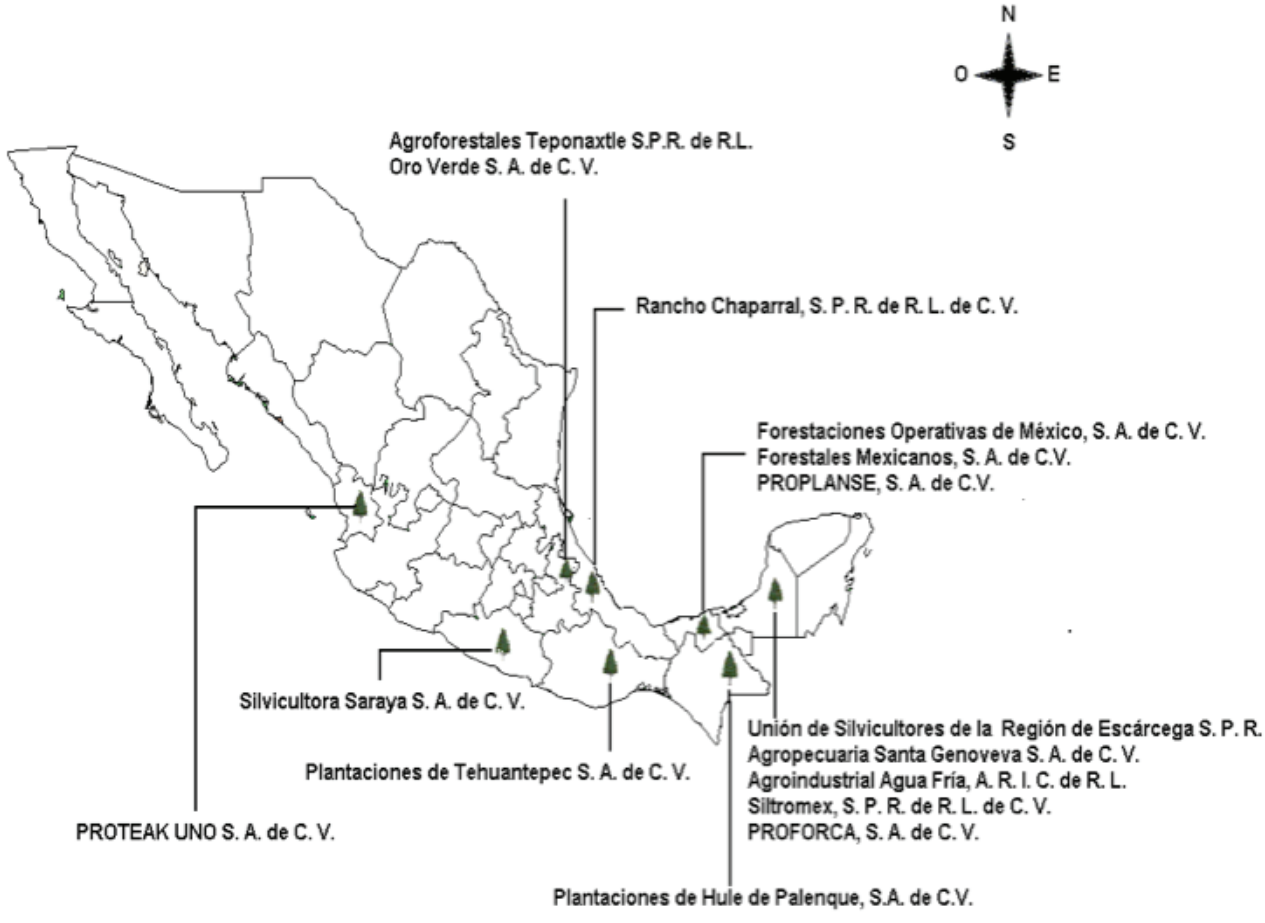


Figura 11. Ubicación por estado de los principales proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales en Desarrollo.

Existen diferentes formas de categorizar a las Plantaciones Forestales Comerciales. En el caso particular de este estudio se clasificaron con base en la superficie plantada, es decir aquellos proyectos iguales o menores a 25 Ha se consideran microproyectos, los proyectos pequeños de 26 a 100 Ha, los proyectos medianos de 101 a 800 Ha y los proyectos grandes aquellos mayores a 800 Ha. De acuerdo con esta clasificación se puede apreciar en la Figura 12 que cerca del 70% de los proyectos de PFC maderables en México se consideran microproyectos.

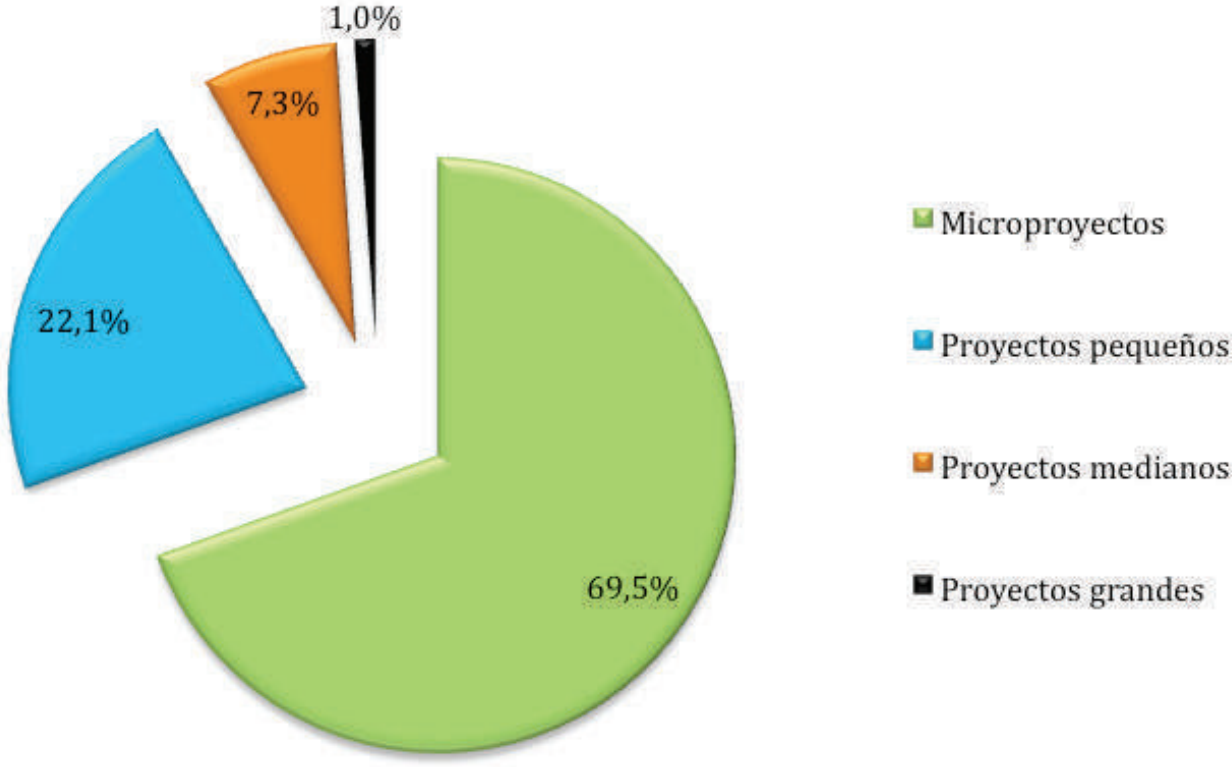


Figura 12. Clasificación de los proyectos de plantación con base en la superficie plantada.

De acuerdo con el Artículo 9 de las Reglas de Operación para el otorgamiento de apoyos del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), se otorgaron apoyos para el establecimiento y mantenimiento de Plantaciones Comerciales Forestales, con sujeción a las categorías y subcategorías productivas. Hablando tan solo del primer nivel, se tiene que la categoría de materias primas y productos forestales maderables representa un 79% de la superficie total maderable, mientras que la categoría de materias primas celulósicas representa el 21% restante (Figura 13).

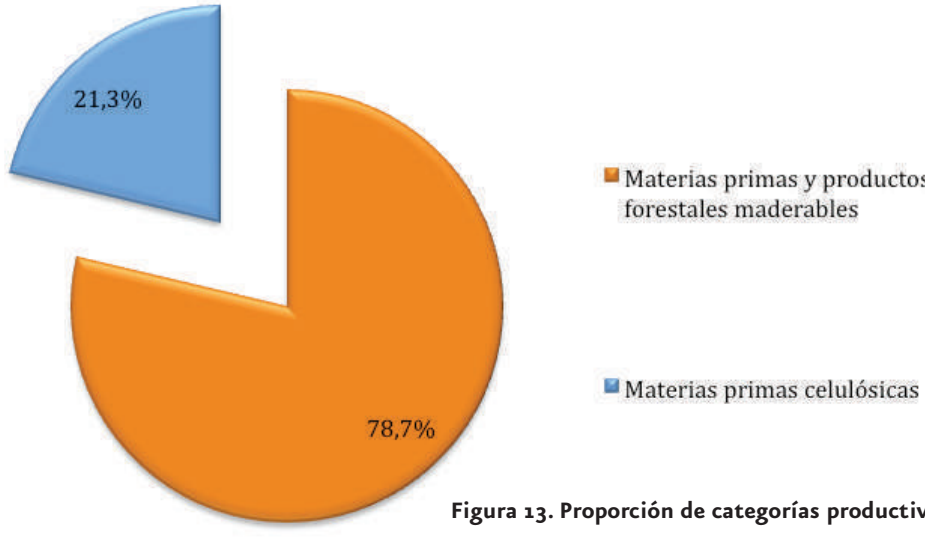


Figura 13. Proporción de categorías productivas

4.1.2.1. SUPERFICIE POR ESPECIE.

En general para entender la distribución de las PFC y las especies utilizadas en las mismas, éstas pueden clasificarse con base en las regiones ecológicas donde se han establecido, formando principalmente dos grupos: tropicales y templadas. Se estima que hasta 2008 las PFC tropicales cubrían una superficie de 83 mil hectáreas, que corresponden aproximadamente al 83% del total de superficie plantada. Las PFC templadas, en cambio, ocupan alrededor de 17 mil hectáreas, que corresponden aproximadamente al 17% del total de superficie (Figura 14).

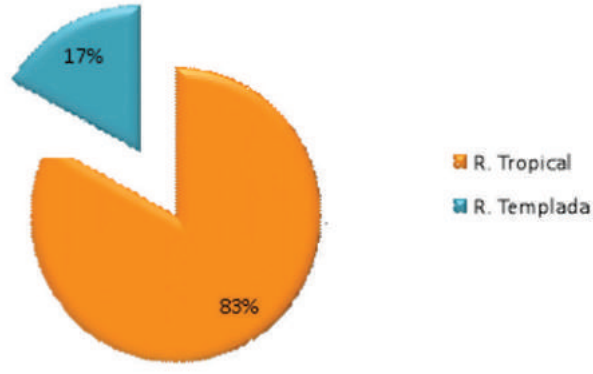


Figura 14. Tipos de plantaciones de acuerdo a la region climática.

Los géneros Cedrela, Swietenia, Eucalyptus, Tectona y Gmelina cubren la mayor superficie de las PFC tropicales. Los dos primeros géneros antes mencionados incluyen cedro rojo y caoba las dos especies nativas más importantes de México por su valor en el mercado. El género Eucalyptus incluye más de diez especies que se han plantado tanto en la zona tropical como en la zona templada. Eucalyptus urophylla y E. grandis, las dos especies tropicales más importantes cubren la mayor proporción de superficie plantada.

Tectona grandis y Gmelina arbórea son otras dos especies introducidas más populares para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en México. Sin embargo, además de las especies mencionadas anteriormente, existe una amplia variedad de especies tropicales (más de 40) que se han plantado en las zonas tropicales en una superficie de alrededor del 15% del total.

4.1.2.2. DENSIDADES POR ESPECIE.

La densidad de plantación depende en gran medida de la especie y el objetivo final de la plantación. Sin embargo, las densidades que se encuentran actualmente en las PFC en México se basan principalmente en los criterios establecidos en las Reglas de Operación del Programa Proárbol. En las reglas del 2009 para la categoría de especies maderables, tanto de coníferas como especies de hoja ancha se establece una densidad de plantación de 1,100 árboles por hectárea. Esta es la densidad más común para todas las especies, sin embargo, existen algunas excepciones como en el caso de la melina (Gmelina arborea), donde se puede autorizar una densidad menor, previa justificación técnica entregada junto con la solicitud para su respectiva valoración.

Otros casos diferentes incluye cuando una especie maderable se establece bajo un sistema agroforestal, donde la densidad baja hasta 600 árboles por hectárea. Caso contrario lo constituyen las plantaciones para árboles de navidad, donde la densidad aumenta hasta 2,200 árboles por hectárea.

Durante los muestreos realizados en campo se encontró que en la mayoría de los proyectos establecidos de PFC la densidad de plantación era de aproximadamente 1,100 árboles por hectárea. En el caso de los proyectos grandes fue la máxima densidad que se encontró para especies como eucalipto, teca y melina. Sin embargo, en el caso de varios de esos proyectos grandes y con base en la experiencia de una buena supervivencia durante los últimos años, se está reduciendo la densidad para teca y melina hasta 816 árboles por hectárea. Estos casos se encontraron en plantaciones recientes de los proyectos Santa Genoveva, Proplanse y Agrofonay, donde están plantando a espaciamientos de 3.5 X 3.5 m.

Por el contario, se encontró que en algunos de los proyectos pequeños, los plantadores tratan de plantar a una densidad superior a lo establecido por la CONAFOR en las Reglas de Operación del Programa Proárbol. En los recorridos y muestreos realizados se encontró que algunos plantadores en el estado de Oaxaca están plantando cedro y caoba a una densidad de 1250 árboles por hectárea. El caso extremo en plantaciones pequeñas se registró en una plantación de Pinus patula en el noreste de Veracruz, donde se encontró una densidad de 2500 árboles por hectárea, con espaciamientos de 2 X 2 m, principalmente por falta de asesoría técnica, aunque la plantación más reciente ya la establecieron a un espaciamiento de 3 X 3 m.

4.1.2.3. ESTRUCTURA DE CLASES DE EDAD POR ESPECIE.

La información recabada sobre la edad de las principales especies para las diferentes anualidades que se han establecido, permite elaborar un pronóstico de las posibilidades de producción en el futuro con base en los diferentes turnos establecidos para cada una de esas especies. Cabe destacar que las estructuras de clases de edad que se presentan a continuación se basan en los datos de las superficies plantadas, verificadas y pagadas por parte de la CONAFOR.

La edad de las principales especies maderables de las Plantaciones Forestales Comerciales no es mayor de 12 años, considerando que las plantaciones en forma masiva se iniciaron a partir del inicio del PRODEPLAN en 1997. Sin embargo, hay que considerar que para algunas especies de rápido crecimiento como el caso de aquellas que pertenecen al género Eucalyptus, algunas categorías de edad ya no existen debido a que ya fueron cosechadas, por lo que es necesario revisar esa información en el capítulo de cosecha.

Para el caso del género Eucalyptus, en la Figura 15 se aprecia una proporción de superficie con árboles de más de 8 años de edad (12%). Sin embargo, hay que considerar que mucha de la superficie con árboles de 8 años o más pudo haber sido cosechada en años recientes. Dentro de las superficies cubiertas con árboles de 7 años o menos, las categorías de edad de 1 a 3 años representan el porcentaje mayor de la superficie establecida con las especies de éste género.

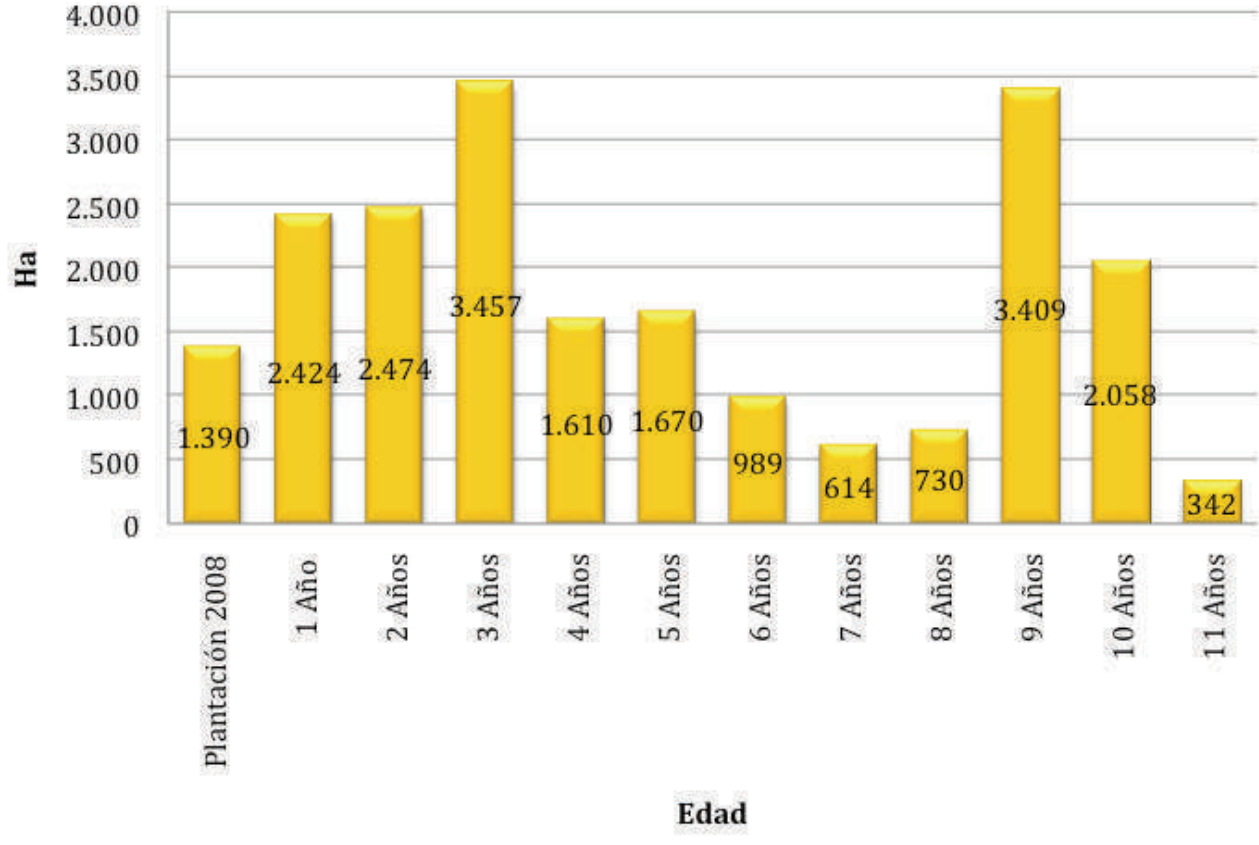


Figura 15. Superficie por edad de Eucalyptus sp. con Plantaciones Forestales Comerciales

En la Figura 16 se presenta la estructura de clases de edad para la especie Cedrela odorata (cedro rojo), que es la que se ubica en segundo lugar en cuanto a superficie cubierta de PFC en el país. Se puede observar que las plantaciones de 10 o más años de edad solamente abarcan un 5% del total de la superficie plantada con esta especie. La mayor superficie se estableció en el 2006 (4260 ha) y hasta 2008 solamente tiene una edad de 2 años. En conjunto, casi el 80% de las PFC establecidas con esta especie tienen una edad de 5 años o menos (Figura 16).

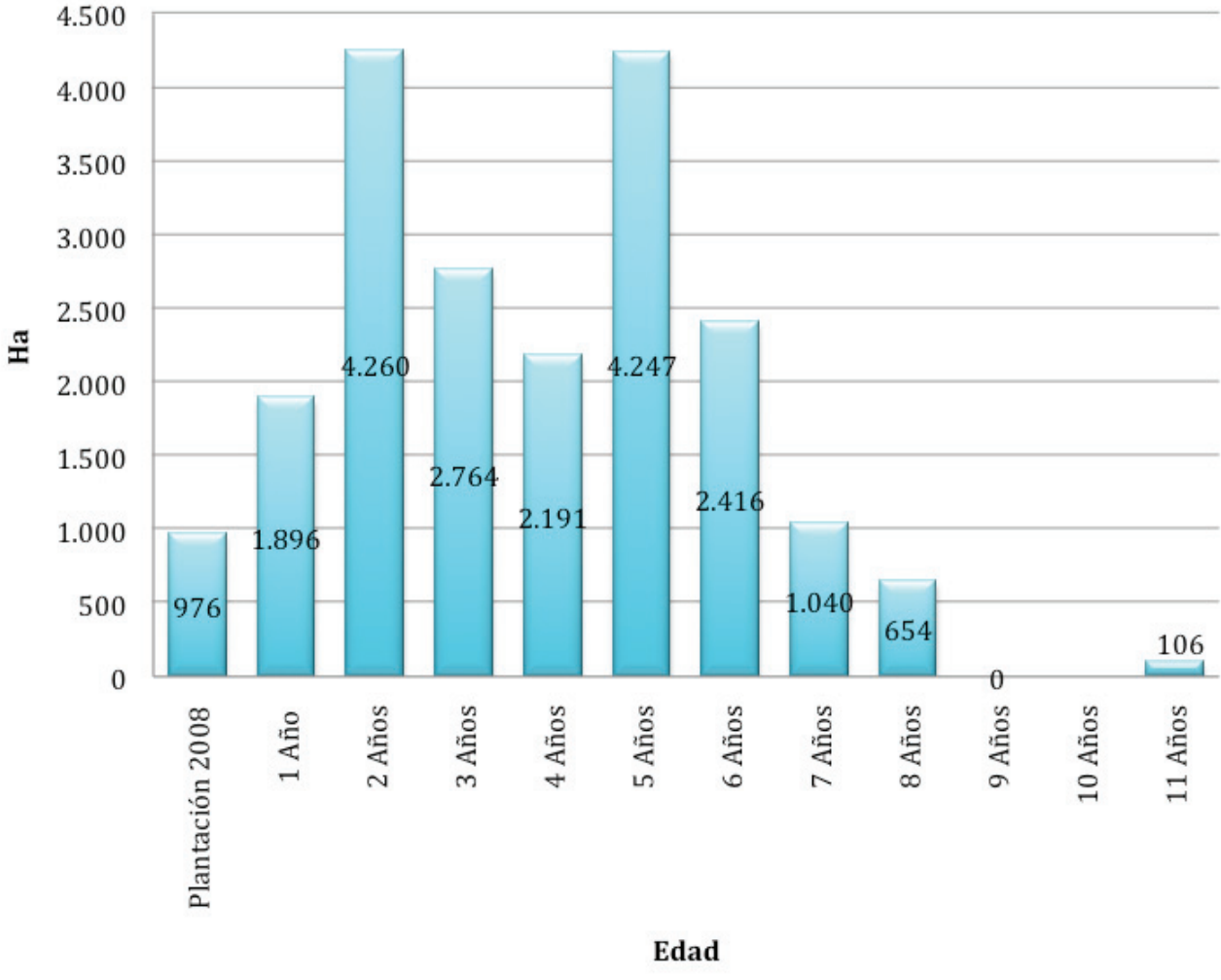


Figura 16. Superficie por edad de Cedrela odorata con Plantaciones Forestales Comerciales

Las plantaciones forestales comerciales utilizando especies del género Pinus son muy jóvenes alcanzando su máximo en 2006 y 2007 con superficies cubiertas con plantaciones comerciales de 2,996 y 2,991 ha, respectivamente, (Figura 17). También se puede observar que durante los primeros cuatro años de operación del PRODEPLAN (1997-2000), hubo poco interés por establecer PFC con especies del género Pinus; sin embargo, a partir del 2001 fue incrementando la superficie de coníferas, en particular de este género hasta llegar a casi 3 mil hectáreas anualmente durante los últimos años.

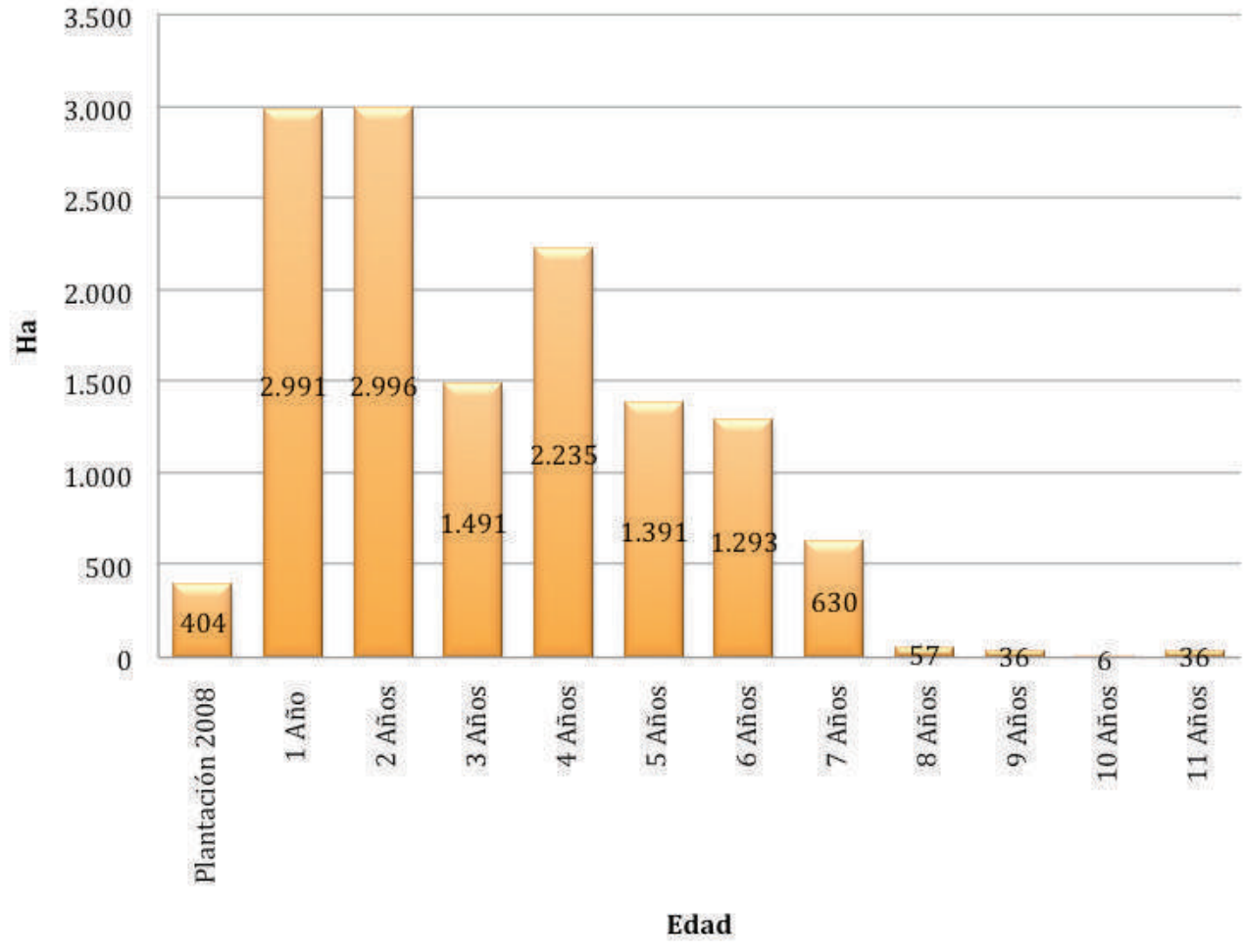


Figura 17. Superficie por edad de Pinus sp. en las Plantaciones Forestales Comerciales.

La especie melina (Gmelina arborea) presenta una aceptación por parte de los plantadores similar al caso de los pinos. También se puede observar que durante los primeros cuatro años de operación del PRODEPLAN (1997-2000), hubo poco interés por establecer PFC con esta especie. Sin embargo, en el 2001 se establecieron 340 hectáreas y la superficie fue aumentando significativamente año con año, hasta lograr que sea la especie introducida con mayor superficie cubierta después del eucalipto. Actualmente la mayor superficie para esta especie está cubierta con plantaciones de 2 años o menos (Figura 18).

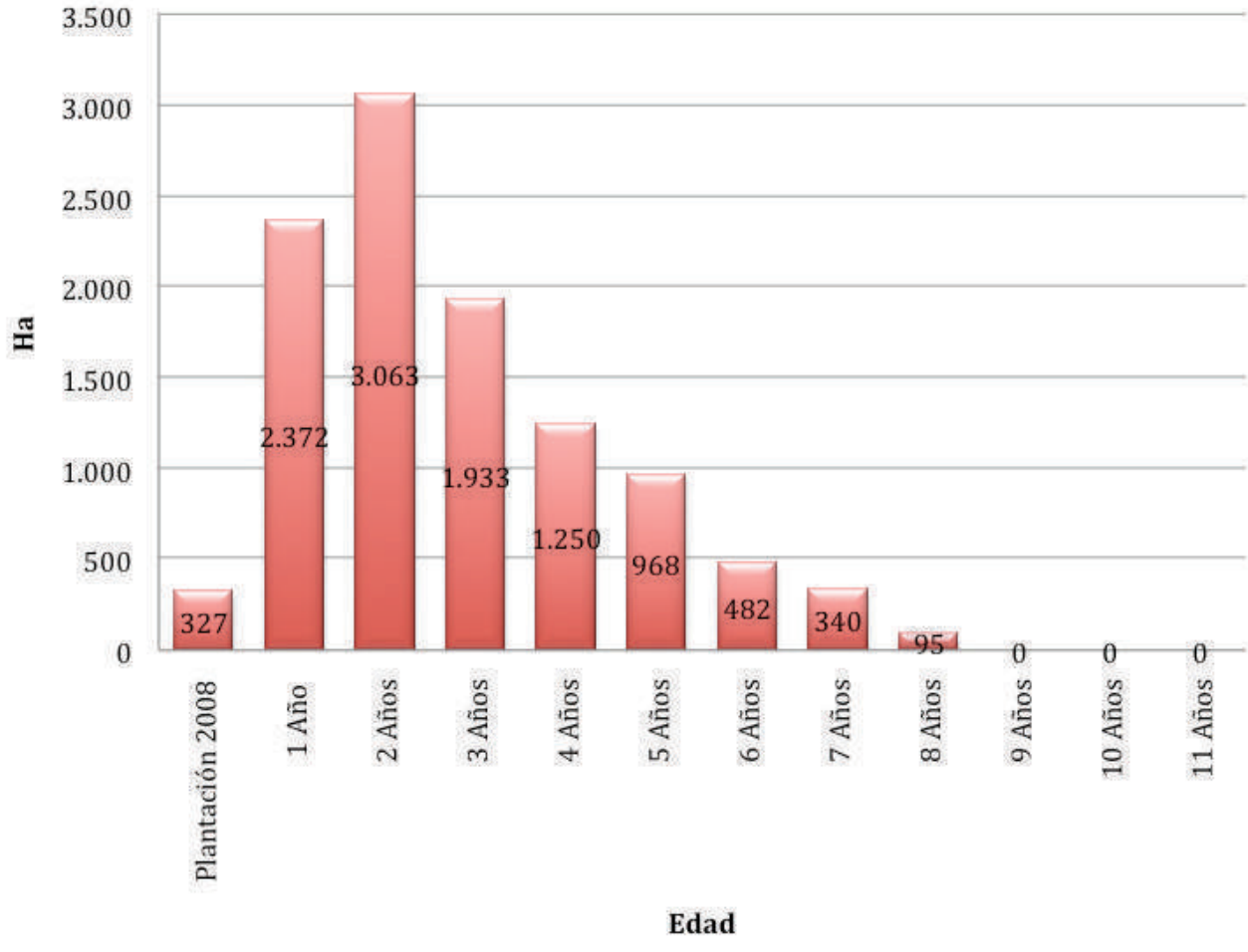


Figura 18. Superficie por edad de Gmelina arborea en las Plantaciones Forestales Comerciales

La especie teca (Tectona grandis) presentó también un inicio moderado en cuanto a superficie plantada. Sin embargo, a partir del año 2001 comenzó a popularizarse entre los plantadores del sureste, principalmente y fue aumentando la superficie plantada año con año. Actualmente la mayor superficie para esta especie está cubierta con plantaciones de 4 años o menos, siendo la categoría de 1 año la que ocupa la mayor superficie con 1,952 ha (Figura 19).

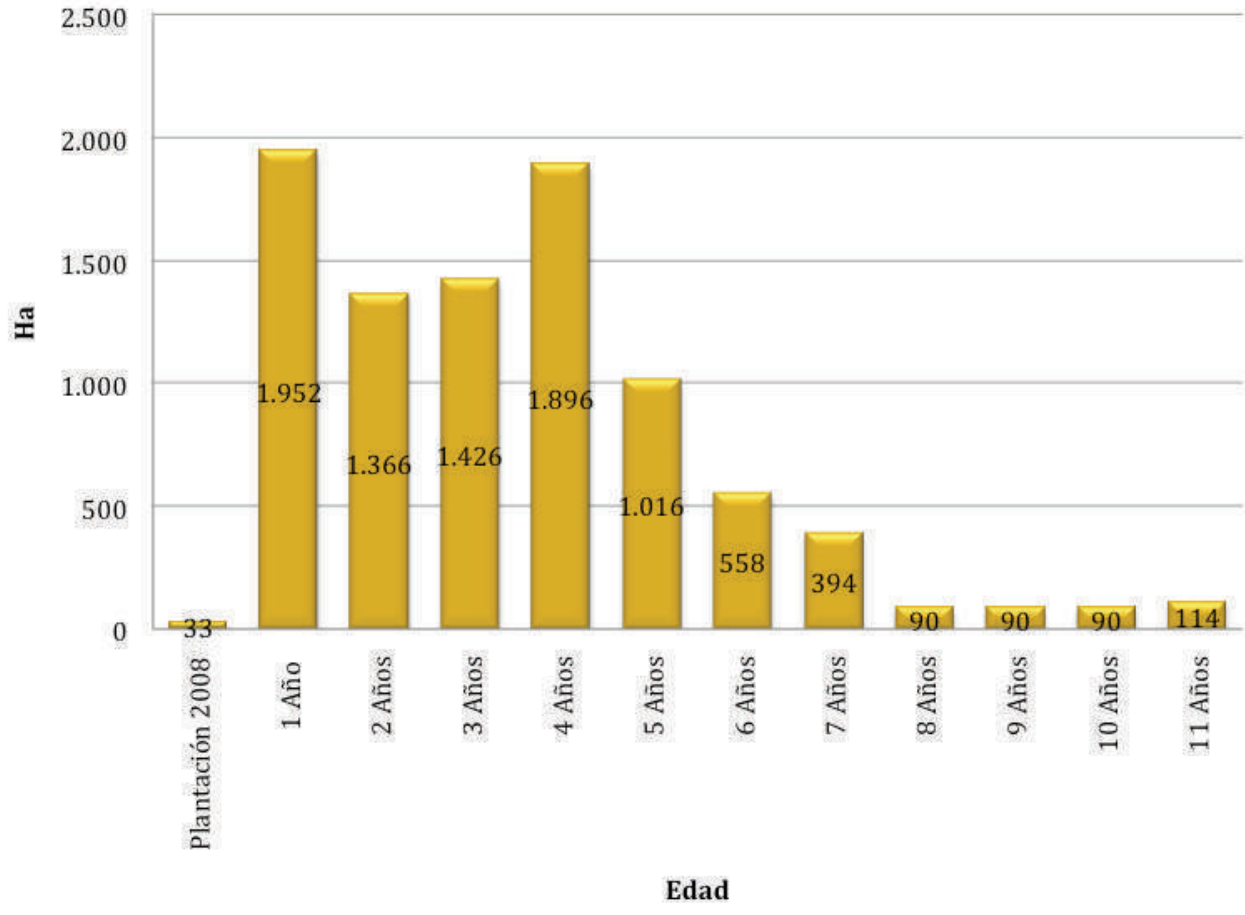


Figura 19. Superficie por edad de Tectona grandis con Plantaciones Forestales Comerciales

La especie caoba (Swietenia macrophylla) representó cierto interés para los plantadores desde un principio. Sin embargo, esta especie casi siempre fue plantada como especie secundaria, es decir, había otra antes que ocupaba la primera opción de los plantadores. En la Figura 20 se puede apreciar que las categorías de edad son muy variables en los últimos doce años. Predominan las plantaciones de 5 y 2 años que son las edades más representativas, con una superficie de 1,320 y 1,200 ha, respectivamente.

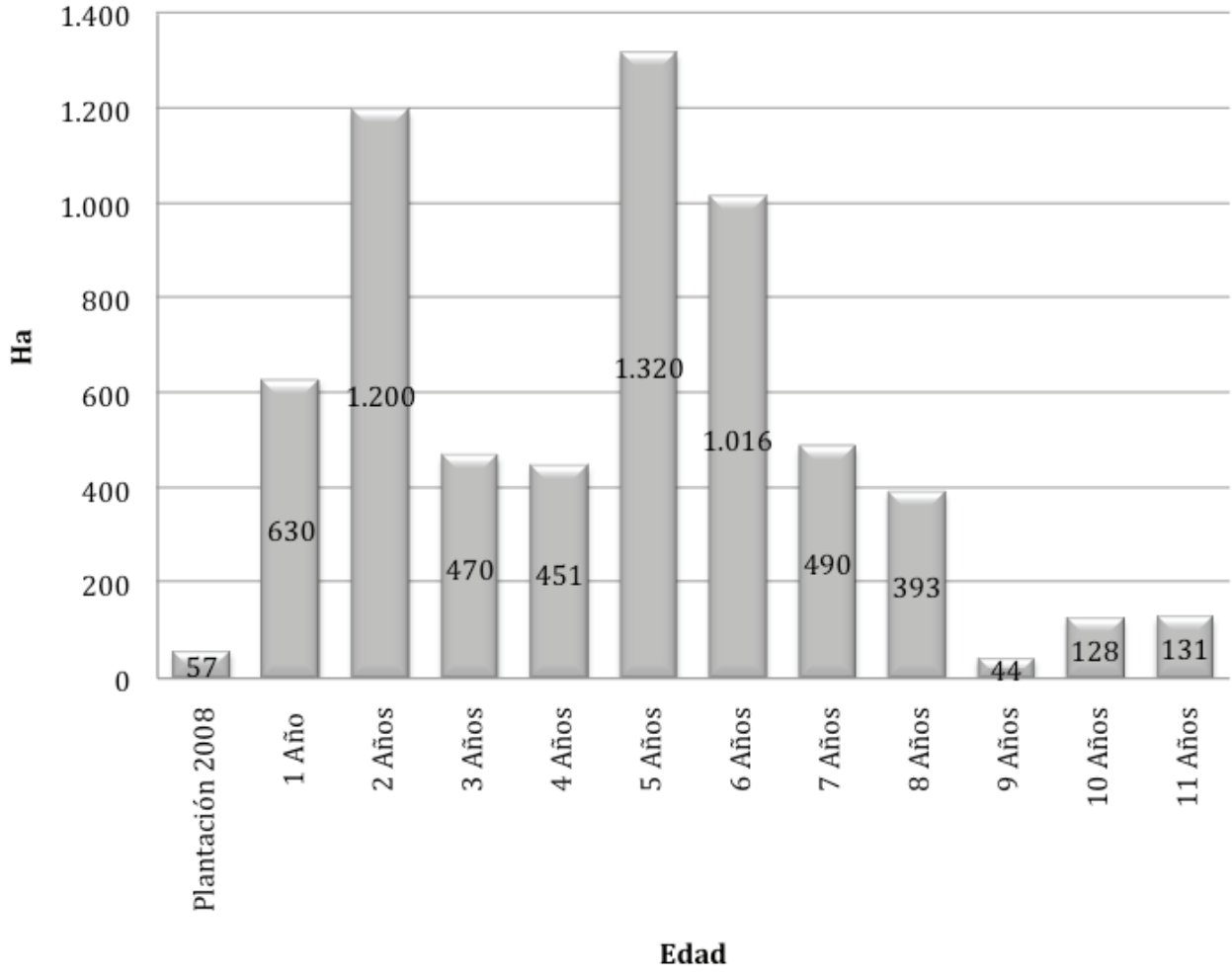


Figura 20. Superficie por edad de Swietenia macrophylla en las Plantaciones Forestales Comerciales

Las plantaciones forestales comerciales con hule (Hevea brasiliensis) presentan un desarrollo diferente a las mencionadas anteriormente. En este caso, al inicio del PRODEPLAN hubo un gran interés por plantar esta especie, por lo que la categoría de edad con mayor superficie cubierta se presentó en el año 1997 y actualmente esas plantaciones tienen poco más de 11 años, cubriendo una superficie de 600 ha (Figura 21).

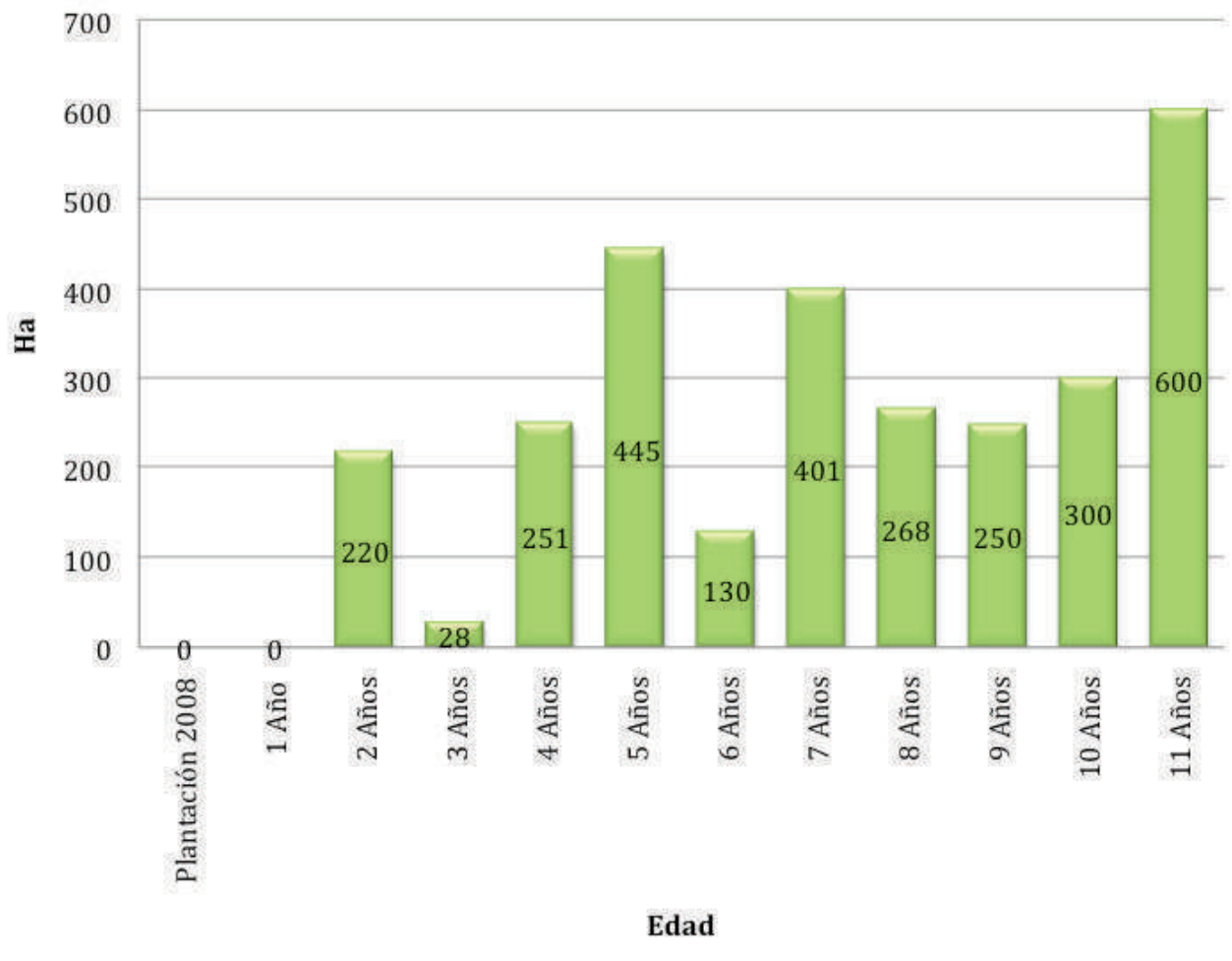


Figura 21. Superficie por edad de Hevea brasiliensis con Plantaciones Forestales Comerciales

4.1.2.4. RENDIMIENTO E INCREMENTOS ESPERADOS POR ESPECIES DE INTERÉS A NIVEL NACIONAL.

El rendimiento e incremento en volumen maderable de las plantaciones es el elemento fundamental de criterio que establece su rentabilidad financiera. Como en cualquier inversión se desea conocer, con cierta veracidad, cual es el retorno esperado antes de aventurarse a invertir. Para lograr esto, las plantaciones deben de contar con proyecciones realistas sobre el rendimiento maderable más probable, así como de los productos y el tiempo en que éstas se cosechan.

Para el presente estudio nos enfocamos a las seis especies descritas con anterioridad que por su relevancia ocupan la mayor parte de las plantaciones con fines maderables y para las cuales se han generado un grupo tablas de rendimientos promedio nacionales tomando como base información nacional e internacional de la literatura científica, así como las proyecciones de los estudios de caso elaborados para este trabajo.

Es conveniente resaltar que las proyecciones que se presentan a nivel nacional no deberían usarse para hacer estimación de tipo puntual o regional ya que no están diseñados para ese nivel de detalle, sino construidas como una generalidad para las miles de ha plantadas en México. Sin lugar a dudas contar con la información de inventarios reales de las plantaciones apoyadas dentro de una base de datos sería lo más adecuado a fin de poder construir estimaciones nacionales, regionales y locales con alta confiabilidad.

Rendimiento por especie: Eucalipto

En el caso de eucalipto se tiene información detallada de los estudios de caso efectuados en PROPLANSE, PLANTEHSA y FOMEX. En este caso para generar la proyección nacional se tomó de cada uno de los estudios el rendimiento del índice de sitio promedio para edades de 1 a 14 años. Estos datos son confiables sobre todo para la zona de influencia donde se ubican los proyectos que son los lomeríos y planicies del Golfo de México. La tabla de rendimiento se construyó para volúmenes totales de fuste con corteza. Tanto en el estudio de FOMEX como en el de PLANTEHSA es posible ver que una aproximación adecuada para el volumen sin corteza es asumir un coeficiente del 90%.

Con base en estos datos se puede ver que el turno técnico para eucalipto se encuentra entre los seis y siete años desde la plantación. Si bien es cierto que esto variará de manera específica dependiendo de la silvicultura y la productividad de los sitios esto lleva a definir de manera genérica los turnos de eucalipto en siete años.

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)
1	3.0	.	3.0
2	19.8	16.9	9.9
3	56.4	36.5	18.8
4	100.8	44.4	25.2
5	140.4	39.6	28.1
6	171.8	31.4	28.6
7	196.2	24.4	28.0
8	215.3	19.1	26.9
9	230.5	15.2	25.6
10	242.9	12.3	24.3
11	253.0	10.1	23.0
12	261.3	8.3	21.8
13	268.2	6.9	20.6
14	274.0	5.7	19.6

Cuadro 6. Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de eucalipto en México

Rendimiento por especie: Gmelina

En el caso de Gmelina se cuenta con información detallada de los estudios de caso efectuados en PROPLANSE y AGROFONAY. En este caso para generar la proyección nacional se construyó un grupo común de datos y se generó un ajuste promedio para ambos. Cabe señalar que esta productividad promedio es conservadora ya que tendera a subestimar rendimiento. Esto a fin de contar con un cierto nivel de holgura sobre los estimados nacionales. La tabla de rendimiento se construyó para volúmenes totales de fuste con corteza.

Con base en estos datos se puede ver que el turno técnico para Gmelina sucede a edades tempranas, entre los 4 y 5 años de edad, lo que no implica que los rodales hayan alcanzado la madurez silvícola deseada, ya que en esta etapa todavía gran parte de la madera del fuste seria madera temprana poco apta para una gran variedad de productos. Esto tiene además implicaciones sobre la densidad usada para estas plantaciones que muy probablemente este por arriba de lo adecuado para la especie.

Tomando en cuenta estos factores así como los planes originales de los proyectos evaluados y los productos a obtener se toma en el caso de Gmelina un turno de 12 años, que como lo sugieren los datos, puede todavía reducirse sin perder crecimiento de manera significativa.

Cuadro 7. Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Gmelina en México

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)
1	10.6		10.6
2	38.6	28.0	19.3
3	67.9	29.3	22.6
4	91.5	23.5	22.9
5	109.9	18.5	22.0
6	124.6	14.7	20.8
7	136.4	11.8	19.5
8	146.1	9.7	18.3
9	154.2	8.1	17.1
10	161.1	6.8	16.1
11	166.9	5.9	15.2
12	172.0	5.1	14.3
13	176.4	4.4	13.6
14	180.3	3.9	12.9

Rendimiento por especie: Caoba

En el caso de Caoba se cuenta con información de la tesis de maestría de Cuevas (1998) donde se presenta una tabla de rendimiento para volumen con corteza de caoba creciendo al sur de la Península de Yucatán. Con esta proyección y los datos de crecimiento de Bravo (2007) se ponderó el rendimiento de estas plantaciones para generar la tabla de rendimiento a nivel nacional. Al igual que para melina, cabe señalar que la productividad promedio para Caoba es conservadora pero realista sobre todo pensando que es una especie con turnos relativamente largos (25 años) pero que tiene una alta demanda en México. La tabla de rendimiento se construyó para volúmenes totales de fuste con corteza.

Cuadro 8. Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Caoba en México

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)
1	0.4		0.4
2	1.8	1.4	0.9
5	11.9	3.4	2.4
7	22.6	5.4	3.2
10	42.3	6.6	4.2
12	56.7	7.2	4.7
15	78.8	7.4	5.3
17	93.3	7.2	5.5
20	113.9	6.9	5.7
22	126.8	6.4	5.8
25	144.5	5.9	5.8
27	155.2	5.3	5.7
30	169.5	4.8	5.7
32	178.0	4.3	5.6
35	189.3	3.8	5.4

Con base en estos datos se puede ver que el turno técnico para Caoba sucede cerca de los 25 años siendo este además un turno silvícola adecuado ya que a esta edad una buena parte de la madera ha formado duramen, añadiéndole a las trozas un mayor valor y aumentando considerablemente la proporción de materiales para aserrío en la cosecha final.

Rendimiento por especie: Cedro Rojo

En el caso de Cedro se cuenta con la información de crecimiento de Bravo (2007) y de Galán y otros (2008), que conjuntamente con los datos de PROPLANSE se utilizan para obtener las estimaciones de rendimiento de cedro rojo. Al igual que las proyecciones anteriores se busco una estimación conservadora pero realista para los rendimientos a nivel nacional. La tabla de rendimiento se construyó para volúmenes totales de fuste con corteza.

Cuadro 9. Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Cedro Rojo en México

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)
1	1.6		1.6
2	6.4	4.8	3.2
5	31.2	8.3	6.2
7	49.0	8.9	7.0
10	71.3	7.4	7.1
12	82.6	5.6	6.9
15	94.7	4.0	6.3
17	100.3	2.8	5.9
20	106.1	1.9	5.3
22	108.6	1.3	4.9
25	111.2	0.9	4.4
27	112.3	0.6	4.2
30	113.5	0.4	3.8
32	114.0	0.3	3.6
35	114.5	0.2	3.3

Con base en estos datos se puede ver que el turno técnico en volumen para Cedro Rojo sucede entre los 8 y 10 años, pero al igual que en el caso de Gmelina este turno se fija en 25 años, sobre todo para garantizar una mayor proporción de duramen en el fuste. Si bien en plantaciones con silvicultura intensiva pueden alcanzar un turno técnico corto en el caso de las meliáceas como caoba y cedro rojo, siempre se debe dejar que la especie genere una proporción de duramen considerable a fin de que madera alcance un mayor precio en el mercado. No es poco probable que para ambas especies se puedan alcanzar turnos más cortos, esto dependerá mucho de las prácticas de cultivo que logren acelerar el crecimiento temprano de los rodales y que garanticen una proporción de duramen adecuada, conjuntamente con tecnología que para estas especies permita aprovechar diámetros menores.

Rendimiento por especie: Pinos Mexicanos

En el caso de los Pinos mexicanos se cuenta con la información de crecimiento en plantaciones en Zacualpán, Veracruz y se toman como referencia también los datos de crecimiento en rodales naturales cultivados de Zacualtipán, Hidalgo (Aguirre y otros, 2009). Los autores consideran que las proyecciones hechas para Pino en este estudio son las más aventuradas ya que se tienen pocos datos disponibles de los estudios de caso (se tienen datos de una especie) pero se contó con la opinión de expertos sobre lo que deberían ser los rendimientos en rodales similares para otras especies mexicanas manejadas de manera intensiva. No se puede dejar de resaltar que

al igual que las proyecciones anteriores se buscó una estimación conservadora pero realista de los rendimientos. La tabla de rendimiento se construyo para volúmenes totales de fuste con corteza.

Con base en estos datos se puede ver que el turno técnico en volumen para Pinos mexicanos cultivados de manera intensiva sucede entre los 14 y 15 años, pero al igual que en el caso de Gmelina y Cedro Rojo este turno se fija en 20 años, en este caso para garantizar una mayor proporción de madera madura sobre juvenil y dimensiones para aserrío.

No es poco probable que para plantaciones para pulpa 15 años sea el turno adecuado para manejar este tipo de plantaciones, sobre todo considerando ejemplos similares como el de Pinus caribaea en La Sabana, Oaxaca.

Rendimiento por especie: Teca

El caso de Teca es particular en nuestro estudio ya que representa uno de los mercados de mayor valor financiero en el mundo. Desafortunadamente sólo la empresa AGROFONAY accedió a la petición de entregar una fracción de datos de sus sitios de inventario para poder hacer la proyecciones nacionales. Ni Agropecuaria Santa Genoveva ni Plantaciones "Entre Hermanos", accedieron a dar información sobre sus datos de Teca. Por ello se recurrió a información científica de revistas especializadas para construir la tabla de rendimiento que a continuación se presentan. La tabla de rendimiento se construyó para volúmenes totales de fuste con corteza.

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)
2	0.4	0.4	0.2
3	4.1	3.7	1.4
4	12.5	8.4	3.1
5	24.5	11.9	4.9
6	38.2	13.8	6.4
7	52.6	14.4	7.5
8	66.8	14.2	8.4
9	80.5	13.7	8.9
10	93.4	12.9	9.3
11	105.5	12.1	9.6
12	116.8	11.3	9.7
13	127.2	10.5	9.8
14	136.9	9.7	9.8
15	146.0	9.0	9.7
16	154.3	8.4	9.6
17	162.1	7.8	9.5
18	169.4	7.3	9.4
19	176.1	6.8	9.3
20	182.5	6.3	9.1

Cuadro 10. Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Pinos mexicanos en México

Cuadro 11. Rendimiento en Volumen, ICA e IMA para plantaciones de Teca en México

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)
3	23.4		7.8
4	39.4	16.0	9.8
5	56.5	17.1	11.3
6	73.3	16.9	12.2
7	89.2	15.9	12.7
8	103.7	14.5	13.0
9	116.5	12.8	12.9
10	127.7	11.2	12.8
11	137.3	9.6	12.5
12	145.5	8.2	12.1
15	163.1	5.9	10.9
18	173.2	3.4	9.6
20	177.4	2.1	8.9
22	180.2	1.4	8.2
25	182.8	0.9	7.3

Con base en estos datos se puede ver que el turno técnico en volumen ocurre a los 9 años, pero al igual que en el caso de Gmelina y Cedro Rojo, este turno se fija en 20 años, en este caso para garantizar una mayor proporción de duramen/albura y dimensiones para aserrío. No es poco probable que plantaciones de Teca puedan alcanzar turnos menores, pero esto depende de la tecnología que pueda procesar menores dimensiones.

Notas sobre las tablas de rendimiento

Las tablas de rendimiento presentadas se utilizarán en capítulos posteriores para estimar los inventarios nacionales en volumen en pie así como la cosecha potencial de las plantaciones a nivel nacional. Vale la pena resaltar que las tablas se construyeron para hacer proyecciones rápidas para corridas financieras estratégicas a nivel nacional, bajo el supuesto que la densidad de las plantaciones es tal, que no se requieren de aclareos en ningún punto del turno. Sin embargo, ésto no es totalmente cierto, sobre todo para Teca, Cedro rojo y Caoba, que son especies que tienen los turnos más largos y donde se necesita al menos un aclareo durante el turno. Lo recomendable para simular aclareos con estas tablas es estimar la reducción total en volumen debida al aclareo y usar ésta junto con el ICA para estimar el incremento en volumen después del aclareo. Esta estrategia tiende a subestimar el rendimiento después del aclareo, sobre todo, después del segundo año donde la ocupación del espacio se hace más agresiva por parte del árbol. Nuevamente los autores establecen una estrategia conservadora pero realista para estas proyecciones, sobre todo teniendo en mente que la estrategia fundamental del aclareo además de redistribuir el crecimiento en los árboles más prometedores y de mayor valor, busca generar un ingreso intermedio, sobre todo en turnos largos.

EDAD (años)	VOLUMEN (m^3/ha)	ICA (m^3/ha/año)	IMA (m^3/ha/año)	Volumen Residual e ICA	Cosecha Con Aclareos
9	116.0	12.8	12.9		
10	**126.4**	**11.2**	**12.8**	**63.8**	**63.8**
11	135.5	9.6	12.5	63.8+9.6=73.5	
12	143.6	8.2	12.1	73.5+8.2=81.7	
13	150.8	5.9	10.9	81.7+5.9=87.6	
14	157.3	3.4	9.6	87.6+3.4=91.0	
15	163.1	2.1	8.9	91+2.1=93.1	93.1
Cosecha Total	163.1				156.9

Cuadro 12. Simulando rendimiento después del aclareo al 50% de Volumen Total los 10 años para plantaciones de Teca en México y corta final a 15 años.

4.1.2.5. VOLÚMENES TOTALES POR ESPECIE.

Con las tablas de producción y los turnos determinados, así como con los datos de superficies verificadas y pagadas se puede construir un estimado del inventario maderable por especie así como posibles escenarios del mismo. Estos escenarios posibles pueden reflejar el impacto tanto de las políticas de fomento a la actividad, como el propio dinamismo del sector que atrae inversiones de mediano y largo plazo. En la siguiente gráfica se presenta el inventario total en volumen maderable en pie con tres escenarios posibles en los que se pueden utilizar las proyecciones promedio y los datos de superficies plantadas y verificadas:

Escenario 1. A partir del 2009 la superficie plantada a la fecha se mantiene constante, (es decir no se adicionan nuevas plantaciones ni se pierde la superficie apoyada) y se replantan con las mismas especies y la misma silvicultura.

Escenario 2. A partir del 2009 la superficie plantada aumenta de forma decreciente siendo en el 2009 la superficie promedio de los años anteriores y decreciendo en un decimo de la tasa promedio hasta volverse cero (Se llega a una superficie techo). En este caso el incremento promedio encontrado para todas las especies a excepción de Gmelina (11%) fue del 8.3% anual. A esta tasa se le aplica un descuento a partir del 2010 de 0.83% (1.1% en caso de melina) hasta llegar a cero.

Escenario 3. La superficie crece de manera constante tomando como referencia el 50% del promedio de la superficie plantada hasta el 2008.

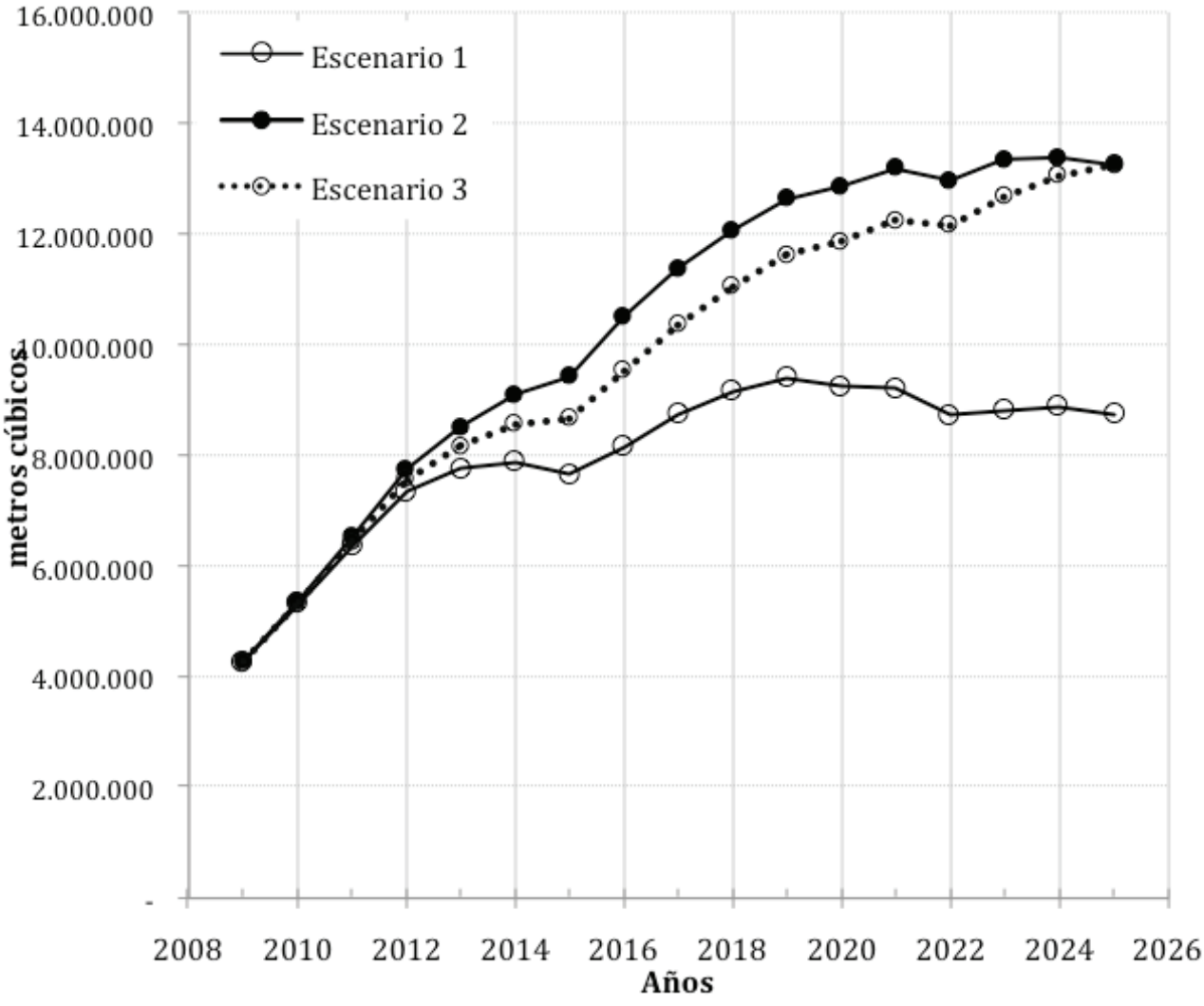


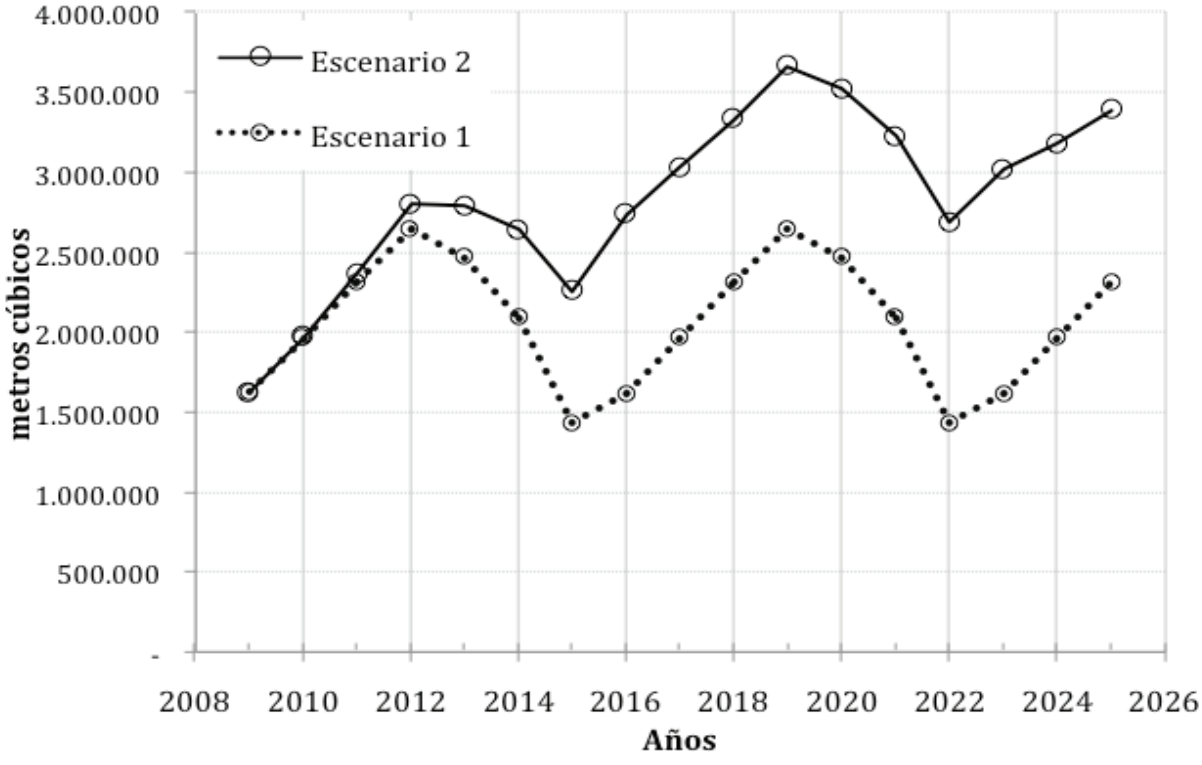
Figura 22. Escenarios del Inventario maderable en pie basados en los tres escenarios planteados.

El fomentar las plantaciones de forma conservadora (Escenario 2) nos llevaría a pasar de un inventario posible de superficie constante de aproximadamente 9 millones de metros cúbicos (Mm3) a partir del 2016-2025 a uno de 13 Mm3 en el mismo periodo. Es interesante notar como el aumento constante a tasas del 50% (Escenario 3) produce inventarios similares al Escenario 2. Cabe mencionar que los escenarios planteados se asumen en un contexto en el cual la dificultad tanto para la renta de la tierra como para la asociación y explotación de grandes superficies limitaría el aumento de la misma. Con estos mismos escenarios por superficie anual se puede ejemplificar el comportamiento del inventario en pie por especie.

Inventario por especie en los tres escenarios

Para las especies solo se grafican el Escenario 1 y 2 por considerarse los de mayor interés en términos de las políticas que puedan seguirse sobre las plantaciones forestales. A continuación se presentan las graficas de los inventarios en pie por cada especie.

Figura 23. Inventario en pie para plantaciones de Eucalipto proyectadas bajos los escenarios 1 y 2.



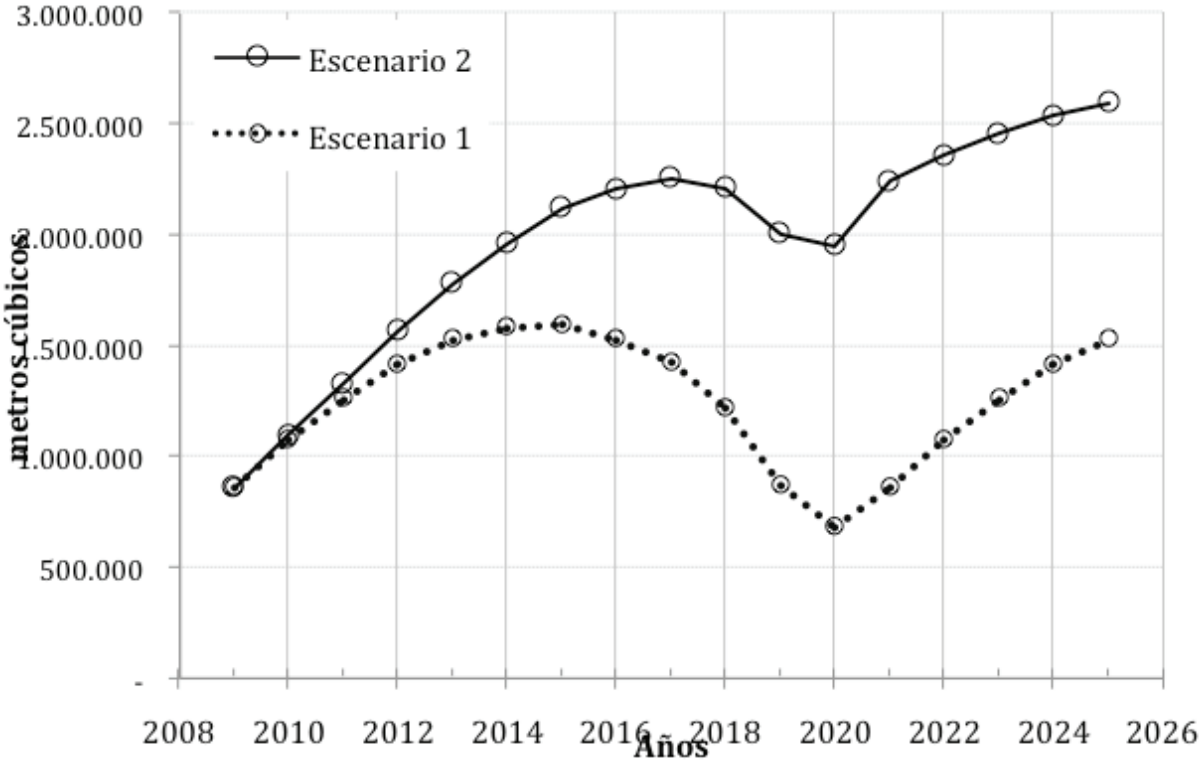


Figura 24. Inventario en pie para plantaciones de Gmelina proyectadas bajos los escenarios 1 y 2.

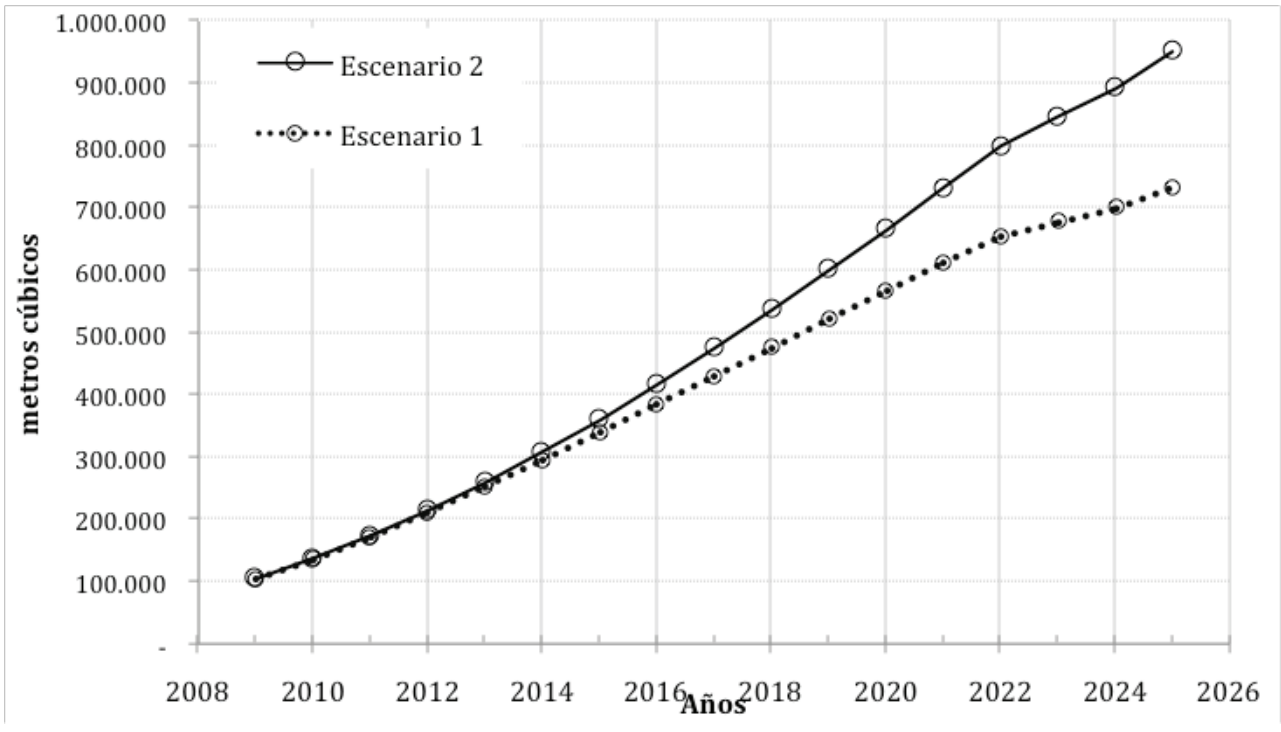


Figura 25. Inventario en pie para plantaciones de Caoba proyectadas bajos los escenarios 1 y 2.

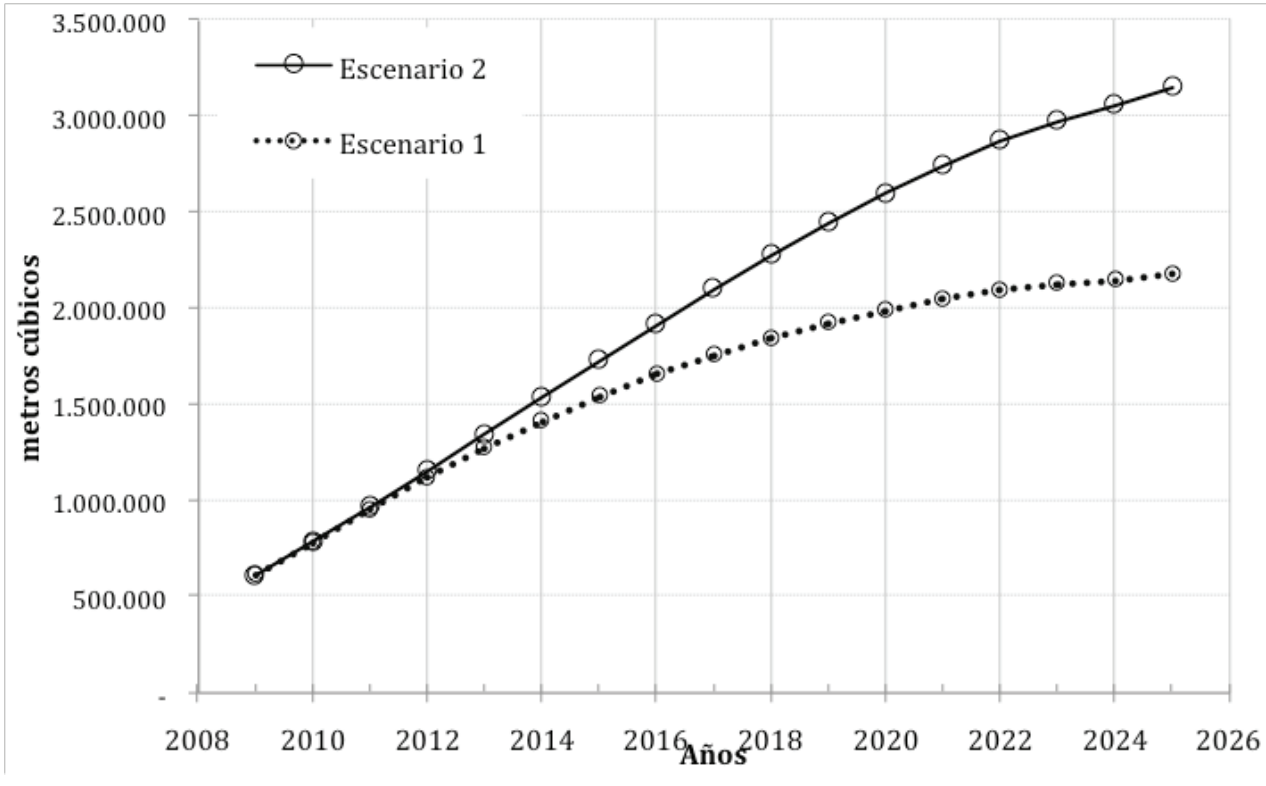


Figura 26. Inventario en pie para plantaciones de Cedro Rojo proyectadas bajos los escenarios 1 y 2.

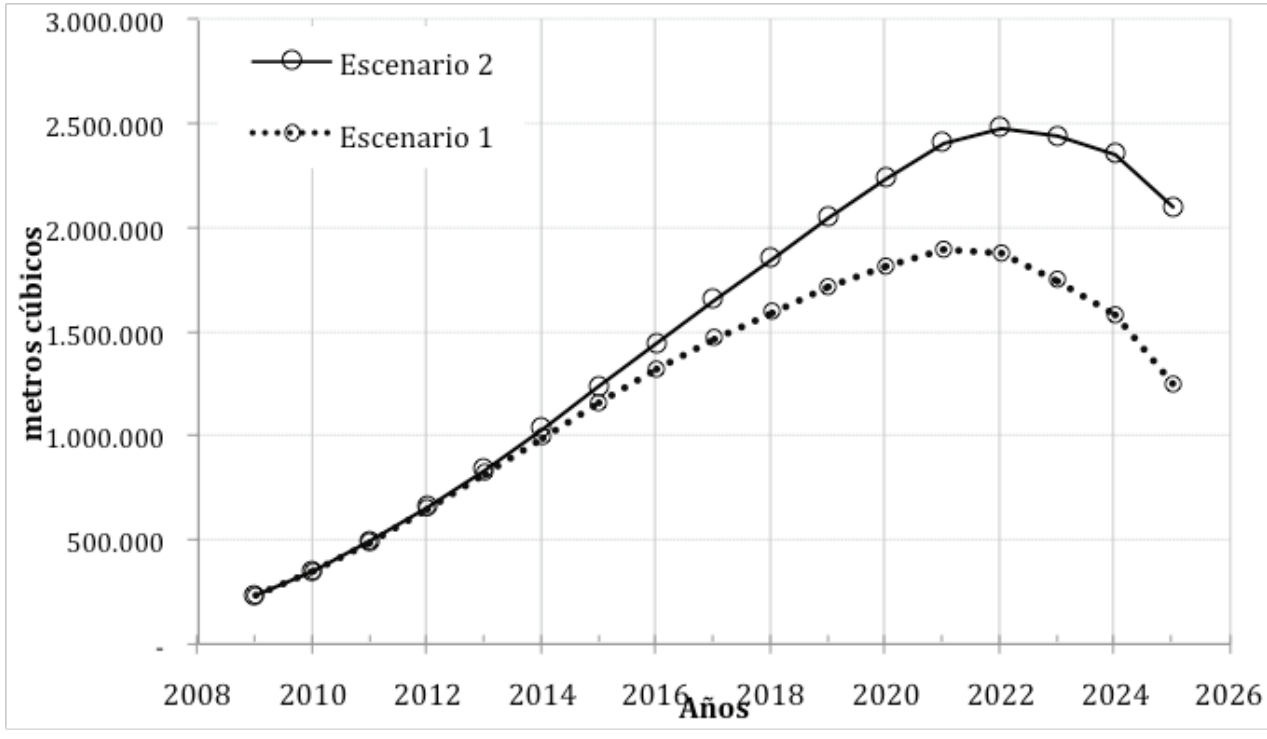


Figura 27. Inventario en pie para plantaciones de especies de Pino proyectadas bajos los escenarios 1 y 2.

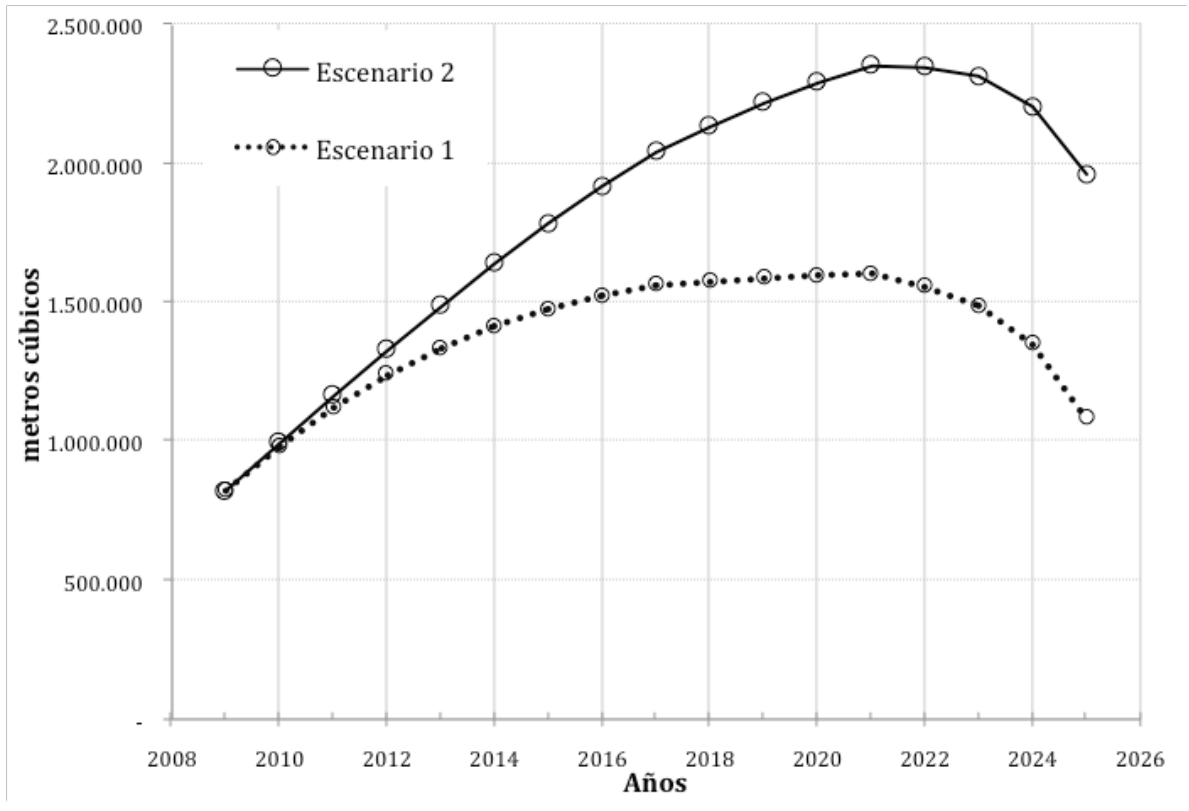


Figura 28. Inventario en pie para plantaciones de Teca proyectadas bajos los escenarios 1 y 2.

Se debe de considerar que los escenarios propuestos reflejan el inventario en pie y no el flujo potencial de cosecha de los mismos. Se aprecia que hay inventarios fluctuantes como es el caso de Eucalipto y Gmelina ya que en ambos casos se ha descontado la cosecha y como estas especies son de rápido crecimiento, respecto a las otras especies, las variaciones del inventario son apreciables. Para las otras especies pero sobre todo para Caoba y Cedro Rojo se aprecia un aumento constante del inventario y esto es resultado de turnos largos donde la cosecha se realiza a edades mayores. Para los turnos intermedios como Pino y Teca se presenta un aumento y disminución del inventario cerca del 2020 que es cuando se inicia la cosecha en muchas de las plantaciones. Cabe resaltar que estas proyecciones del inventario asumen turnos genéricos ya que no es poco probable que los sitios más productivos en una región puedan reducir su turno de manera significativa sin perder volumen de producción y mantener flujos constantes de madera.

4.1.2.6. DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS POR ESPECIE.

En este caso se cuenta con dos estudios de caso donde se tiene distribuciones de productos de árboles en pie que son FOMEX y PLANTEHSA donde se cuentan con factores de distribución de productos para Eucalipto en función de rendimiento promedio y la edad. Para estos casos se definió la siguiente tabla de distribución porcentual de productos: Pulpa y astilla, diámetro normal mínimo de 10 cm y punta 8 cm, Secundarios diámetro normal mínimo de 20 cm y punta 10 cm y Primarios diámetro normal mínimo de 35 cm y punta 20 cm.

En las especies de rápido crecimiento como Eucalipto y Gmelina es muy probable esperable una distribución similar pero interpolada de 7 a 12 años para el caso de Gmelina (multiplicando cada año por 1.714). Una interpolación similar se puede hacer para cedro y caoba pero en este caso reduciendo el cuadro a solo dos productos Primarios y Secundarios como "Aserrío y Cortas dimensiones y Pulpa como "Material para molduras y aserrío". De igual manera extrapolando estos resultados pero ahora de 15 a 25 años (multiplicando cada año por 1.666 o por 4/3).

Cuadro 13. Porcentajes de distribución de productos para volumen total de fuste en Eucalipto.

Edad (años)	Porcentaje de Productos (%)			
	Primarios	Secundarios	Pulpa	Total Comercial
1	0.0%	0.0%	6.1%	6.1%
2	0.0%	0.0%	65.2%	65.2%
3	0.0%	3.2%	80.5%	83.7%
4	0.0%	22.2%	67.2%	89.3%
5	0.0%	43.1%	48.8%	91.8%
6	0.0%	57.8%	35.4%	93.2%
7	0.1%	67.3%	26.6%	94.0%
8	0.7%	73.1%	20.8%	94.6%
9	2.0%	76.2%	16.8%	95.1%
10	4.3%	77.1%	14.0%	95.4%
11	29.4%	50.7%	13.4%	93.5%
12	34.9%	47.0%	12.1%	94.1%
13	39.9%	43.6%	11.0%	94.5%
14	44.3%	40.4%	10.2%	94.8%
15	48.1%	37.6%	9.4%	95.1%

Hay que pensar que algo que se necesita sobre todo a nivel de proyecto son los modelos locales de volumen y de distribución de productos. Si bien es cierto que estas proyecciones no son del todo adecuadas para especies como Gmelina, teca, caoba y cedro, si arrojan luz sobre como los porcentajes de productos cambian durante el turno.

4.1.2.7. GERMOPLASMA EN PLANTACIONES FORESTALES ESTABLECIDAS EN MÉXICO.

México es considerado un país megadiverso debido a la gran cantidad de plantas vegetales que crecen en los diversos ecosistemas que pueden encontrarse en el país. Las especies arbóreas no son la excepción, por ejemplo, alrededor de 48 especies del género Pinus crecen en los ecosistemas templados, semiáridos, mesófilo de montaña y tropicales de México. Además, un número indeterminado de especies arbóreas que tienen potencial para ser establecidas en plantaciones comerciales crecen en los ecosistemas tropicales. Sin embargo, no se ha vislumbrado la contribución de esta biodiversidad de los ecosistemas forestales a la economía nacional.

En una plantación a diferencia de un bosque natural la diversidad de especies no es recomendada, ya que una plantación forestal debe ser visualizada como un monocultivo, con sus particularidades encaminadas a la domesticación de especies arbóreas (Evans, 1984). Los dueños de la mayor parte de los bosques templados y tropicales son ejidatarios que no cuentan con cultura forestal ni dinero para invertir en investigación, y escasean los técnicos forestales capacitados que generen tecnología apropiada a nuestras condiciones, por ejemplo en la selección de la especie más adecuada y su procedencia genética que les permita maximizar la productividad inherente de genotipos superiores (López-Upton et al., 2005; White et al., 2007). El gobierno mexicano no ha podido desarrollar investigación para desarrollar paquetes tecnológicos de especies arbóreas mexicanas, y en el caso de especies exóticas los plantadores copian información tecnológica desarrollada en otros países sin verificar su validez en las condiciones climática y edáfica de México.

El gobierno, técnicos y plantadores deben ser capacitados para que comprendan la importancia e implementen técnicas silvícolas avanzadas, en asociación con técnicas de mejoramiento genético, para aumentar el rendimiento y la calidad de los productos obtenibles, particularmente con el uso de especies de rápido crecimiento tales como del género Eucalyptus, (Figura 29) entre otras. Mundialmente las empresas plantadoras tienen amplios programas de mejoramiento para elevar su productividad.

Figura 29. Selección de un árboles sobresaliente de Eucalyptus grandis en María Lombardo, Oaxaca, por la compañía PLANTEH.

Sin embargo, en la encuesta realizada entre plantadores mexicanos, el 89% manifestó no contar con un programa de mejoramiento genético como parte de sus programas de plantaciones (Figura 30). Una de las razones es la falta de conocimiento de la importancia de un programa de mejoramiento genético, aunque varios manifestaron la ausencia de un programa de tal fin a la falta de recursos económicos para ser invertidos o que bien sus proyectos son pequeños como para considerar este aspecto.

Las actividades de mejoramiento a gran escala son caras como para que plantadores a escala mediana y pequeña inviertan en ellas, así que en el mundo se ha recurrido al establecimiento de Cooperativas, en la cual los gastos del mejoramiento genético, así como sus beneficios son compartidos por los socios; entre ellos hay un libre intercambio de experiencias y de materiales mejorados (White et al., 2007). Sin embargo, solo dos Empresas, Forestaciones Operativas de México y Plantaciones de Tehuantepec, indicaron ser miembros de una cooperativa de mejoramiento o tener asesoramiento sobre mejoramiento genético con otras instituciones, la primera con una organización extranjera y la segunda con un plan inicial de mejora genética con el Dr. Jesús Jasso Mata, del Colegio de Postgraduados. Adicionalmente, Santa Genoveva recibe asesoría en estos rubros por parte de profesionales del CATIE.

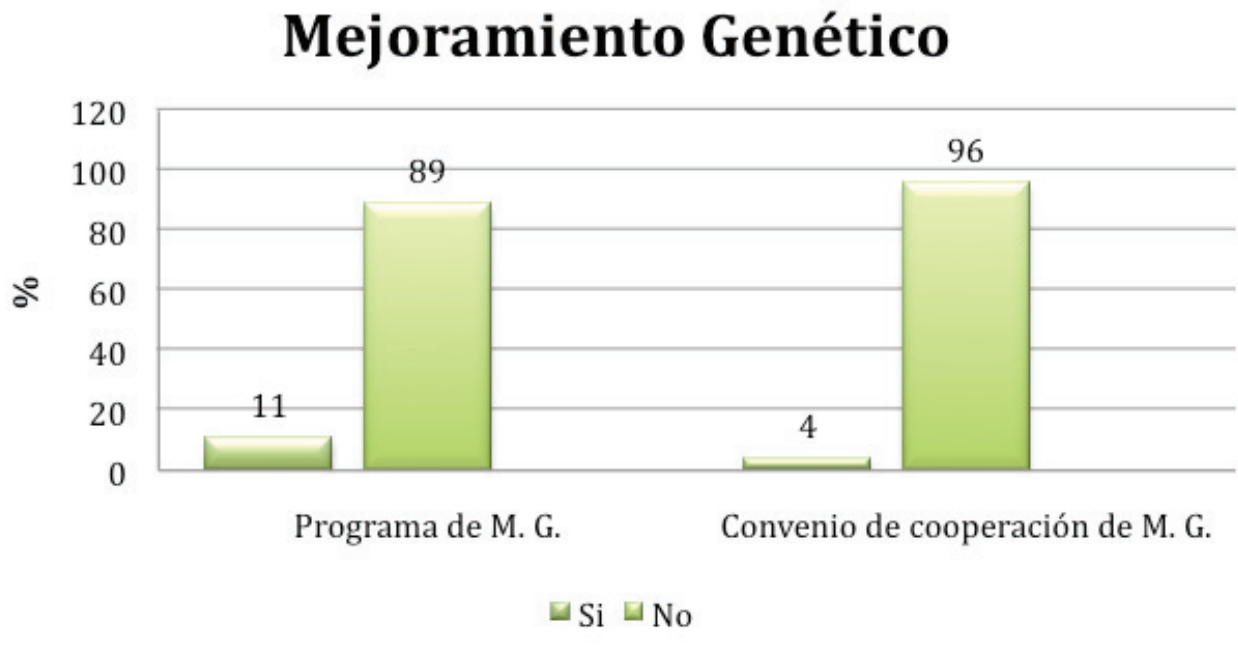


Figura 30. Porcentaje de plantadores que cuentan con un programa de mejoramiento genético y que cuentan con un convenio con alguna organización que posee un programa de mejoramiento o que les puede asesorar.

Un programa de plantaciones que no contemplan técnicas de mejoramiento genético está encaminado a un rotundo fracaso. Dentro del éxito de una plantación comercial está la correcta selección de las especies y las procedencias (orígenes geográficos naturales de la especie) que serán utilizadas en el establecimiento de las plantaciones. Registros del pedigrí desde la selección hasta el establecimiento de los huertos semilleros son fundamentales para el éxito en los programa de plantaciones comerciales (Evans, 1984; White et al., 2007).
La determinación de la procedencia geográfica de una especie es vital, ya que las plantas se adaptan a las

condiciones ambientales donde crecen por selección natural a aspectos como la temperatura media, temperaturas extremas, precipitación, heladas, tipo y propiedades físicas y químicas de los suelos, e incluso el fotoperiodo que regula la forma y periodo de crecimiento de los árboles (White et al., 2007). Por ejemplo, una colecta de semilla de cedro rojo creciendo naturalmente en Escárcega, Campeche, se indica como procedencia Escárcega.

Sin embargo, si esta semilla se planta y crece en una plantación o un huerto semillero en Costa Rica la fuente es Costa Rica, procedencia Escárcega; el comprador sabrá que su constitución genética fue generada en condiciones ambientales de Escárcega, y servirá para ese lugar. Sin embargo, un plantador en Chiapas comprando semilla en Costa Rica, tendrá riegos, ya que los ambientes tanto de Campeche como de Costa Rica son diferentes a los de Chiapas, particularmente el suelo, en este caso. Los registros son necesarios para establecer plantaciones con materiales adaptados y de buena productividad (Sáenz, 2004).

Si los factores ambientales son diferentes entre los lugares donde las plantaciones serán establecidas y el de la distribución natural de las especies, se tendrán problemas de adaptación, mortandad o simplemente crecimientos subóptimos, con las consecuentes pérdidas (Sáenz, 2004). Por ejemplo, el éxito de las plantaciones establecidas de Eucalyptus grandis y E. urophylla en Brasil, Argentina y Uruguay se deben a que eligieron materiales procedentes de una latitud y condiciones ambientales similares entre las condiciones naturales y el lugar particular de plantación (Evans, 1984). Sin embargo, la mayoría de los entrevistados indicó que no sabe ni el origen ni la calidad de los árboles progenitores que están originando los árboles para sus plantaciones, lo cual es inexcusable, ya que pueden estar plantando una calidad genética inferior a lo que debiera ser, lo que redundará en un crecimiento por debajo de las expectativas. De manera general, se recomienda usar la fuente local de germoplasma para plantaciones, como es el caso de especies nativas como cedro rojo, caoba o cualquiera del género Pinus.

De 45 plantadores entrevistados 32 (71%) no lleva el control o no sabe la procedencia y la fuente de la semilla o planta que adquieren. Solo 13 plantadores (29%) dicen conocer la procedencia (Figura 31). Sin embargo, algunos confunden origen con procedencia. Por ejemplo, algunos entrevistados indicaron procedencia Costa Rica para la compra de semilla de Gmelina arborea, cuando éste es el origen, y la procedencia precisa se desconoce, solo se sabe que es del sureste asiático (White et al., 2007). Igual sucede con la semilla de Eucaliptus grandis y E. urophylla adquirida en Brasil de huertos semilleros, no se tiene registros de la procedencia. Estas especies, así como Tectona grandis tiene amplias distribuciones naturales, habitan muy variados ambientes y es necesario localizar procedencias de climas similares a los de las plantaciones en México.

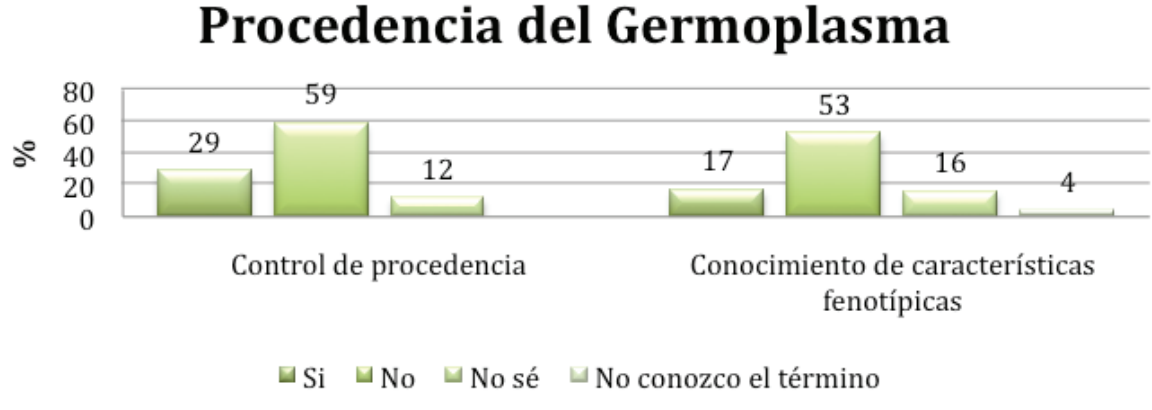


Figura 31. Porcentaje de plantadores mexicanos con conocimiento de la procedencia del germoplasma utilizada en el establecimiento de sus plantaciones y de las características fenotípicas de los progenitores.

De 45 plantadores, 12 usan semilla de origen local porque plantan especies nativas, o bien como en un caso usan una especie exótica pero colectan la semilla en sus plantaciones, por lo tanto saben su origen. Siete productores (16%) compran o han comprado su germoplasma en huertos semilleros en el extranjero. Un plantador adquirió semilla en el extranjero de cedro rojo, cuando el productor debió haber colectado su propio germoplasma en su región, donde hay de forma natural.

El germoplasma es definido como cualquier parte tales como semilla, yemas, ramas o raíces de un individuo que da origen un nuevo individuo. En la adquisición de germoplasma al inicio de un programa de plantaciones se debe considerar contar con semilla o partes vegetativas proveniente de al menos 50 árboles dependiendo de la proyección del tamaño de la superficie en las que se establecerán las plantaciones. Compañías grandes debe iniciar con al menos 200 individuos selectos. Por ejemplo en caso de adquirir semilla de clones seleccionados de Eucalyptus urophylla en Brasil para establecer plantaciones en el estado de Tabasco y Veracruz se debe exigir que la semilla provenga de varios clones con el fin de garantizar variación genética que permita a los árboles crecer y sobrevivir a las posibles amenazas de agentes biológicos y condiciones físicas limitantes en el área de plantación en estos estados mexicanos. Otra de las ventajas de exigir germoplasma de varios clones o padres, es que la variación que haya entre estos genotipos puede ser la base para la selección de las fuentes de semilla u estacas para las futuras plantaciones en áreas locales, al desarrollar un programa de mejoramiento local. Esto es, entre más se tenga más oportunidad habrá de seleccionar árboles de mejor crecimiento y forma. Caso extremo es la utilización de menos de 10 clones para la industria del hule; con una base genética tan reducida no se podrá lograr avances genéticos en la productividad.

Los plantadores casi en su totalidad no averiguan de cuantos árboles progenitores se componen sus lotes. Incluso los que llegan a colectar su semilla lo hacen del menor número de árboles posible al seleccionar individuos con alta cantidad de frutos o conos, por los costos que representa hacer una colecta grande en muchos árboles. Sin embargo, dejan sin adquirir los mejores individuos de una población, eligiendo demasiados árboles sin poda natural, ramas gruesas y de porte inferior que son los que producen más frutos.

La mayoría de los plantadores mexicanos manifestaron una gran falta de conocimiento en la selección de los progenitores para establecer sus plantaciones. Solo ocho de 45 productores (17%) manifestaron conocer el fenotipo de los árboles (Figura 31), es decir sus características dasométricas. Algunos plantadores manifestaron haber seleccionado al azar los árboles que fueron la fuente de semilla para sus plantaciones. La selección de los progenitores sin control de calidad conducirá a rendimientos bajos y obtención de los productos de baja calidad, lo que puede garantizar la descapitalización del plantador y por consiguiente el fracaso de la plantación comercial.

Importancia de los ensayos de especies, procedencia y progenie.

Progenie son los árboles que se originaron de semilla que proviene de un árbol común. Los progenitores, árboles y clones seleccionados en diferentes procedencias con las características deseadas para una área determinada, no necesariamente darán hijos que mantengan las características deseadas en ambientes donde estos progenitores no fueron seleccionados. De ahí la importancia del establecimiento de ensayos de procedencia y progenies en el área proyectada antes del establecimiento de las plantaciones, para conocer con precisión cuales fuentes de germoplasma tienen los rendimientos más altos en cada ambiente de plantación, y desechar las procedencias y progenitores (árboles productores de germoplasma) con rendimientos bajos. Los árboles

seleccionados serán la fuente de semilla para el establecimiento de las plantaciones en las etapas avanzadas del programa de plantaciones comerciales. Registros que incluyan el origen de la semilla a nivel árbol utilizada en el establecimiento de los ensayos antes mencionados, lugares de establecimiento, tipo de suelo y condiciones climáticas son fundamentales para el éxito de tales ensayos. Salvo una compañía, todas manifestaron no tener los controles de los progenitores, muchos adquiriendo la semilla de vendedores que podrán darles semilla de mala calidad genética o bien no adaptada al sitio de plantación.

A través de mediciones periódicas de características deseadas en árboles en los ensayos pueden seleccionarse las especies, procedencias y árboles que cumplen con las características necesarias para obtener productos de alta calidad en tiempos reducidos, para así los dueños de plantaciones maximicen sus ganancias. Los ensayos de procedencias-progenie permiten seleccionar los árboles que posean las características superiores y que trasmitan esas características a las descendencias y calcular la ganancia genética después de cada generación de selección para cada característica evaluada. También es posible conocer la interacción genético ambiental. En caso de que la interacción genotipo x ambiente estuviera ausente, los progenitores superiores en una determinada área serían adecuados en cualquier lugar. Sin embargo, en la mayoría de los casos la interacción genotipo x ambiente está presente, y los progenitores que muestras características superiores. Por ejemplo, en localidades con suelos fértiles no necesariamente son las mejores en localidades con suelos infértiles, de ahí, la necesidad de establecer ensayos de progenies en un mayor número de localidades. Solo dos empresas manifestaron tener algunos ensayos de estos.

Huertos semilleros

Varios plantadores recolectaron sus semillas de árboles individuales de rodales naturales, y alguno de áreas semilleras, que son unidades productoras de germoplasma para iniciar un programa de plantaciones comerciales, que tendrán una ganancia genética limitada. Si se quiere maximizar la calidad genética y tener un abasto seguro y barato a largo plazo de germoplasma mejorado y adaptado al ambiente de plantación se deben establecer huertos semilleros (Jaquish, 2004; prieto y López, 2006).

Al inicio de un programa de plantaciones, los huertos semilleros pueden ser establecidos con germoplasma recolectado de árboles selectos en rodales naturales y plantaciones, sin embargo, es deseable que estos huertos semilleros sean remplazados por huertos constituidos por individuos genéticamente superiores de los cuales se han demostrado su superioridad genética a través de los ensayos de procedencias-progenie. Tres empresas (de las más grandes) de 45, mencionaron tener huertos semilleros para obtener sus semillas, y otra más está por establecer uno. Los árboles o clones en los huertos semilleros deben ser individuos genéticamente no emparentados para evitar problemas de endogamia, que se traduzca en menor adaptabilidad y crecimiento.

Los huertos semilleros deben ser establecidos en terrenos accesibles, con infraestructura y fuera del área de plantaciones operativas para evitar contaminación de polen de individuos no deseados. La mayoría de los plantadores mexicanos no consideran en sus programas de plantaciones el establecimiento de huertos semilleros. Esto limitará maximizar las ganancias monetarias y conducirá al fracaso de las plantaciones comerciales. Dado el costo que implica esto para pequeños plantadores, gobiernos como el Canadiense han establecido huertos semilleros regionales para generar semilla mejorada. Los plantadores no pueden plantar árboles generados de colectas particulares, sino tiene que utilizar la de los huertos oficiales, esto es un subsidio establecido por ley (Jaquish, 2004).

4.1.2.8. INVESTIGACIONES Y PAQUETES TECNOLÓGICOS DESARROLLADOS.

La investigación en plantaciones forestales comerciales (PFC) en México la han realizado varias instituciones académicas y de investigación, dentro de las que pueden mencionarse a: el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, integrado ahora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la Universidad Autónoma de Nuevo León, el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, el Colegio de la Frontera Sur, el Instituto de Ecología, la Universidad Veracruzana, el Centro de Genética Forestal, A. C., la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional.

También han participado algunos organismos estatales y federales como: La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, La Comisión Forestal del Estado de Michoacán y el Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal del Estado de Jalisco.

No puede soslayarse la participación de las Unidades Industriales de Explotación y Ordenación Forestal (San Rafael, Loreto y Peña Pobre, Fábricas de Papel Tuxtepec) y algunos prestadores de Servicios Técnicos Forestales.

Se han realizado varias reuniones científicas relacionadas con las PFC, tales como: ocho Reuniones Nacionales de PFC, dos Congresos Forestales Mexicanos, ocho Congresos Mexicanos sobre Recursos Forestales, y otras reuniones científicas.

Especies estudiadas

Dentro de las especies más estudiadas se encuentran las que se anotan en el Cuadro 14., el cual sólo es indicativo, pues existen otras especies que también han sido estudiadas.

Productos y aspectos abordados

Los productos y aspectos más abordados se presentan en el Cuadro 15

Aspectos poco estudiados

Los aspectos a los cuales se ha dedicado poco esfuerzo de investigación se enlista a continuación:

- Propagación vegetativa y micropropagación
- Ensayos genéticos como de procedencias y progenies
- Producción de plantas en condiciones controladas
- Plantación y producción de planta a raíz desnuda
- Aclareos, podas y fertilización
- Estudios de crecimiento
- Estudios de sustentabilidad
- Estudios de factibilidad económica y financiera

Cuadro 14. Especies más estudiadas para plantaciones forestales comerciales.

Principales especies de coníferas		Principales especies de latifoliadas	
Pinus radiata	*P. pseudostrobus*	*Swietenia macrophylla*	*Cedrela odorata*
P. caribaea	*P. chiapensis*	*Eucalyptus* spp.	*Gmelina arborea*
P. ayacahuite	*P. oocarpa*	*Tectona grandis*	*Acrocarpus fraxinifolius*
P. patula	*P. montezumae*	*Casuarina* spp.	*Tabebuia rosea*
P. engelmanii	*P. hartweggii*	*Mimosa scabrella*	*Bursera simarouba*
P. cembroides	*P. michoacana*	*Cordia* spp.	*Ceiba pentandra*
P. douglasiana	*P. greggii*	*Brosimun alicastrum*	*Gliricidia sepium*
P. halepensis	*Cupressus lindleyi*	*Leucaena leucocephala*	*Enterolobium ciclocarpum*
P. rudis	*P. herrerae*	*Lippia* spp.	*Pimienta dioica*
Abies religiosa		*Hevea brasiliensis*	*Rosadendro donell-smithii*
		Schizolobium paraibum	

Fuente: Fierros, 1990; Reuniones Nacionales de Plantaciones Forestales, 1978, 1981, 1985 y 1994; INIFAP, Tecnologías llave en mano, 1997, 1998 y 1999.

Cuadro 15. Productos y aspectos más abordados en plantaciones forestales comerciales.

Productos estudiados	Aspectos estudiados		
Leña y carbón	Tecnología de semillas	Establecimiento y manejo de las plantaciones	Plantaciones urbanas y cortina rompevientos
Madera en rollo	Mejoramiento genético y selección de especies	Estudios de índice de sitio	Aspectos políticos y sociales
Astillas	Técnicas de propagación de plantas	Establecimiento y manejo de las plantaciones	Marco jurídico
Árboles forrajeros	Estudios fenológicos	Estudios de crecimiento	Determinación de áreas potenciales
Árboles de uso múltiple	Evaluación de plantaciones	Viveros forestales	Impacto ambiental
Especias y frutales	Preparación del terreno	Plagas forestales	Incentivos y financiamiento
Ornamentales	Tablas de volumen	Secado de madera	
Varetas y tutores			

Fuentes: Fierros, 1990; Caballero et al., 2006; Reuniones Nacionales de Plantaciones Forestales, 1978, 1981, 1985 y 1994; INIFAP, Tecnologías llave en mano, 1997, 1998 y 1999.

Algunos documentos a resaltar

- Catálogo de paquetes tecnológicos de PFC. INIFAP, CD
- Tecnologías llave en mano. INIFAP, División Forestal, 1997, 1998, 1999
- Cuatro memorias de Reuniones Nacionales de Plantaciones Forestales
- Tres CD de Reuniones Nacionales de Plantaciones Forestales
- Tesis profesionales y de grado de varias instituciones
- Múltiples artículos en revistas especializadas

Paquetes tecnológicos desarrollados.

Existen varios paquetes desarrollados por las instituciones antes mencionadas, destacando las realizadas por el anterior INIF, ahora INIFAP y los documentos sobre aspectos integrados en Fichas Técnicas elaboradas por el Sistema de Información para la Reforestación (SIRE) y las Fichas Técnicas elaboradas por el Sistema Nacional de Información Forestal de la CONAFOR:

http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=24
http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=23

De igual forma, los únicos que tienen acciones de investigación y monitoreo (mayores a 800 ha) son los grandes plantadores. Como ejemplo, PLANTEH menciona los siguientes estudios:

- ¨Edad optima de cosecha en plantaciones forestales comerciales de eucalipto, considerando ingresos por madera y captura de carbono en Oaxaca, México¨.
- ¨Almacenamiento de carbono en raíces de plantaciones forestales de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden y Eucalyptus urophylla S.T. Blake en Oaxaca, México¨
- ¨Zonificación de aptitud y productividad de suelos para plantaciones de eucalipto en Oaxaca y Veracruz¨.
- ¨Principios criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad de plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento¨.
- ¨Línea base de criterios e indicadores sociales de sustentabilidad en una plantación forestal comercial en los límites de Oaxaca y Veracruz¨
- Se cuenta con un Programa de Mejoramiento Genético denominado ¨Estrategias para el mejoramiento genético de razas geográficas de Eucalyptus spp. para la región tropical en los límites de los Estados de Oaxaca y Veracruz¨, con avances a la fecha de dos ensayos de progenie establecidos con Eucalyptus grandis y E. urophylla.
- Identificación de especies alternativas para el establecimiento de plantaciones
- Monitoreo de los siguientes aspectos:
  Banco de semillas de especies nativas
  Análisis de la erosión
  Análisis del agua en la micro cuenca
  Análisis de la fauna silvestre en la micro cuenca

4.1.2.9. INFORMACIÓN DETALLADA DE LOS ESTUDIOS DE CASO ANALIZADOS.

Con respecto a los paquetes tecnológicos, durante la revisión de literatura relacionada con plantaciones forestales se encontró que existen los paquetes básicos para el establecimiento y manejo de las principales especies utilizadas en las PFC. Al final del presente documento, en el Anexo II, se describen éstos paquetes tecnológicos, aunque, estos paquetes tecnológicos pueden mejorarse para ser adaptados a las condiciones locales de plantación. Sin embargo, hace falta desarrollar los paquetes tecnológicos principalmente para muchas especies nativas con potencial para ser utilizadas en PFC, tal es el caso de Tabebuia rosea (maculis, amapa), Ceiba pentandra (ceiba, pochote) y (ciricote), entre otras. De estas especies se cuenta con información limitada pero en general falta desarrollar los aspectos específicos para su establecimiento y desarrollo exitoso en el contexto de las PFC.

4.2. SITUACIÓN FUTURA.

4.2.1. TENDENCIAS DE CRECIMIENTO DE LA SUPERFICIE Y UBICACIÓN DE PLANTACIONES POR ESPECIE.

Para poder considerar una tendencia en cuanto al crecimiento de la superficie destinada a las PFC, es necesario establecer los antecedentes en los que se puede basar dicha tendencia.

A partir de la creación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) en 1997, se ha presentado un incremento importante en la superficie de PFC de diversas especies a lo largo y ancho del territorio nacional. Con base en las superficies establecidas durante los primeros años de operación del PRODEPLAN, a principios del nuevo milenio se estableció en el Programa Estratégico Forestal para México (PEF 2025), una meta de 875 mil hectáreas de PFC a alcanzar hacia el año 2025.

Con base en la meta anterior, sería necesario incrementar la superficie de PFC en 35 mil hectáreas anualmente en promedio durante un período de 25 años. Sin embargo, a poco más de 10 años de la creación del PRODEPLAN como programa para apoyar el establecimiento de PFC, la superficie establecida anualmente se encuentra muy por debajo de las perspectivas que se establecieron inicialmente. De acuerdo con la información recabada en este estudio, se tienen registros de que en todo el país se han establecido un poco más de 10 mil hectáreas de PFC maderables por año en promedio durante la última década.

Si continúa la misma tendencia en cuanto al incremento de nueva superficie destinada a PFC, la expectativa actual estaría en alcanzar una superficie de alrededor de 300 mil hectáreas para el año 2025. Sin embargo, si se quisiera regresar a la meta propuesta en el PEF 2025 es necesario retomar algunos de los supuestos originalmente considerados para alcanzar la meta. Se considera que uno de los principales factores es la incorporación de inversionistas privados que permita la creación de nuevos proyectos en los que se consideren grandes superficies en áreas compactas de PFC.

La importancia que representan para México las PFC como una estrategia para lograr un incremento en la producción de productos forestales maderables debería considerar una campaña continua de promoción al establecimiento de nuevas superficies de PFC. En este proceso debería estar involucrado no sólo el Gobierno Federal a través de sus instituciones competentes, sino también los Gobiernos Estatales.

En relación con la ubicación de las PFC los géneros Eucalyptus, Tectona y Gmelina se han plantado principalmente en los ecosistemas tropicales en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Oaxaca. Aunque en los últimos años las

plantaciones con estos géneros se han incrementado el Estado de Nayarit. En los estados antes mencionados estos géneros han mostrado el máximo potencial productivo y se espera que esta tendencia continúe.

4.2.2. DENSIDADES RECOMENDADAS POR ESPECIE.

De acuerdo con la información proporcionada por diferentes plantadores, principalmente en el sureste de México, las densidades de algunas de las principales especies pueden seguirse manejando como se ha realizado a la fecha, mientras que algunas otras deberían modificarse con base en las experiencias obtenidas durante la última década. Sin embargo, es recomendable que los plantadores establezcan sitios permanentes de muestreo para evaluar el rendimiento a diferentes densidades y en base a los datos generados tomar la decisión que permita maximizar las ganancias monetarias.

En particular, se podrían seguir manejando las mismas densidades recomendadas por la CONAFOR para las especies eucalipto, cedro y caoba, es decir 1,111 plantas por hectárea hasta tener resultados de sitios permanentes de muestreo.

En cuanto a los tópicos de investigación que es necesario desarrollar, con base en la opinión de plantadores, prestadores de servicios técnicos e investigadores, se plantea que es importante que se investiguen aspectos relacionados con los procesos de mejoramiento genético de las principales especies, preparación del sitio, silvicultura de plantaciones, así como el mercado y comercialización de los productos obtenidos de las PFC, entre otros.

4.2.3. PROYECCIÓN DE COSECHA A NIVEL NACIONAL

De la misma forma como se proyectaron los inventarios, es posible estimar la cosecha utilizando los turnos definidos en el capítulo 4.1.2.4. En este caso,como en el de inventarios, sólo se escoge el escenario 1 (Superficie constate a partir del 2009 definido en las gráficas como Cosecha 1) y el escenario 2 (Superficie creciente pero a tasa decreciente definido en las gráficas como Cosecha 2). Los resultados de la cosecha total estimada se presentan en la siguiente figura:

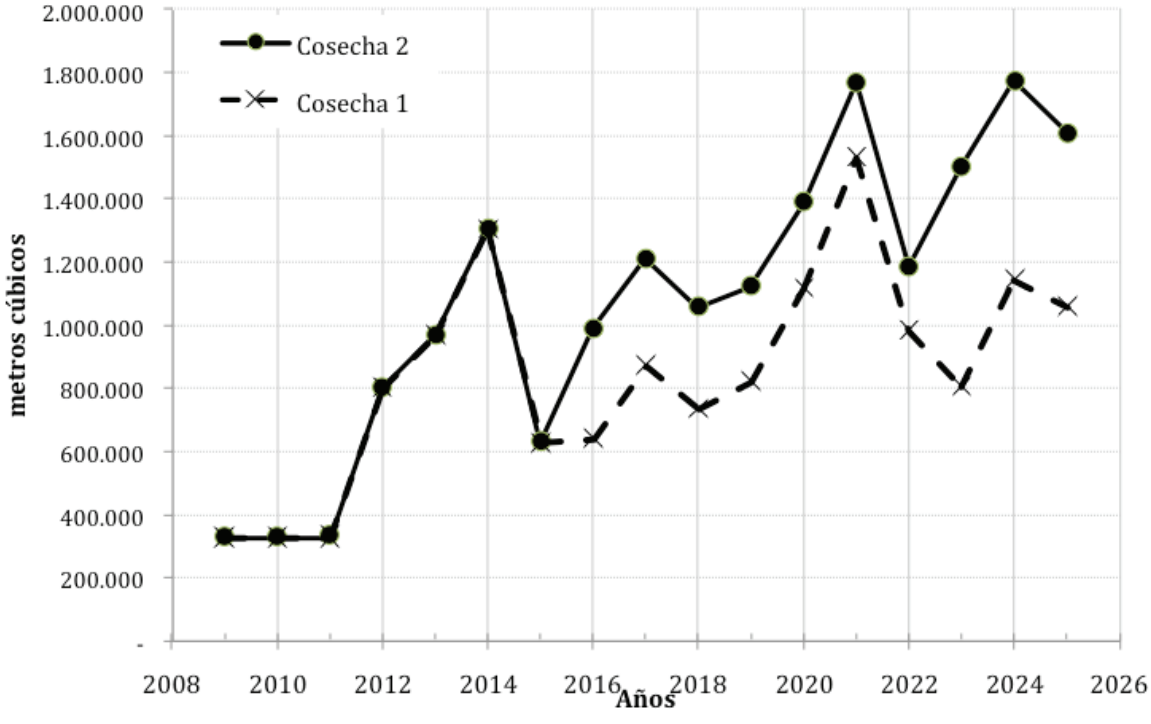


Figura 32. Cosechas nacionales proyectada a partir del 2009 para superficies pagadas y verificadas bajo área constante (Cosecha 1) y área creciente (Cosecha 2).

Para el caso de la cosecha nacional bajo el escenario 1 se tendría un flujo promedio de 840,000 m3 rollo, mientras que para el escenario 2, se podría llegar a un promedio de 1, 067,000 m3. Analizando solamente los 10 últimos años de este flujo, se tendría sin embargo, un flujo promedio de 960,000 m3 para el escenario 1 y de 1, 350,000 m3 para el escenario 2. Las grandes fluctuaciones de cosecha inician a partir del 2026 que es el punto en que se vuelven cosechable una gran proporción de las plantaciones de Cedro Rojo y Caoba.

Realmente son identificables dos patrones de cosecha futura, el de las plantaciones de rápido crecimiento como Eucalipto y Gmelina y el resto de las plantaciones cuyos turnos son al menos de 20 años (Figura 30).

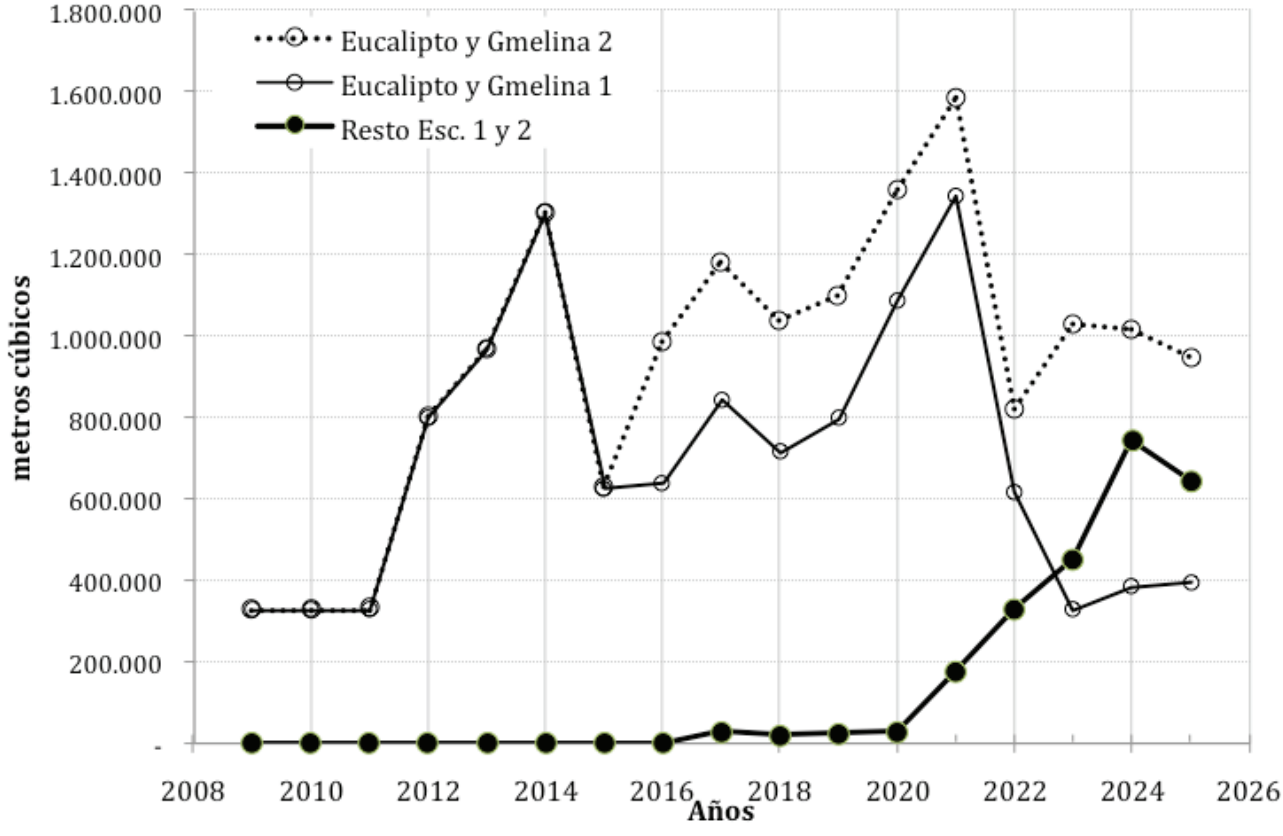


Figura 33. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para el total de Eucalipto y Melina para el escenario 1 y 2 y la cosecha proyectada para el resto de las especies.

Es decir después del 2020 la cosecha de Cedro, Caoba, Teca y Pino, inicia una tasa ascendente que llega a un máximo para los años 2030-2035. Después de ese periodo se regresa a una estructura de edades similar a la del 2009. Para completar los escenarios por especie a continuación se presentan los flujos de cosecha esperados por especie.

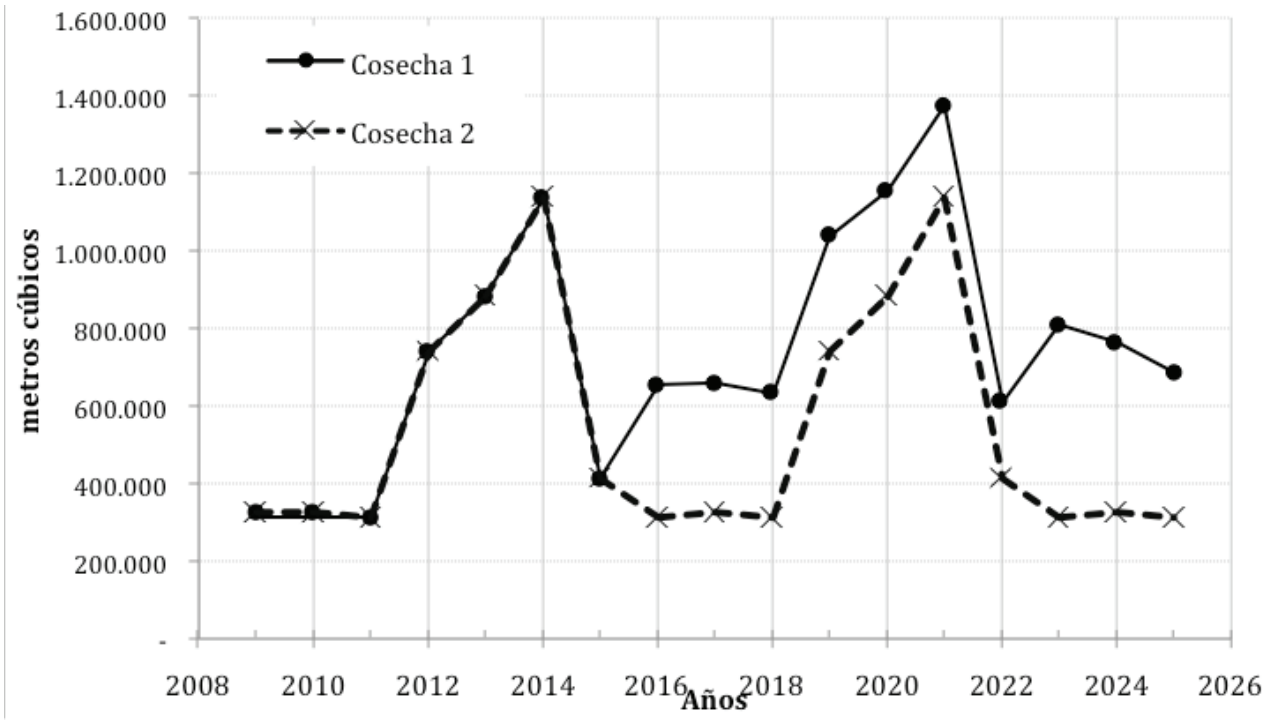


Figura 34. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Eucalipto

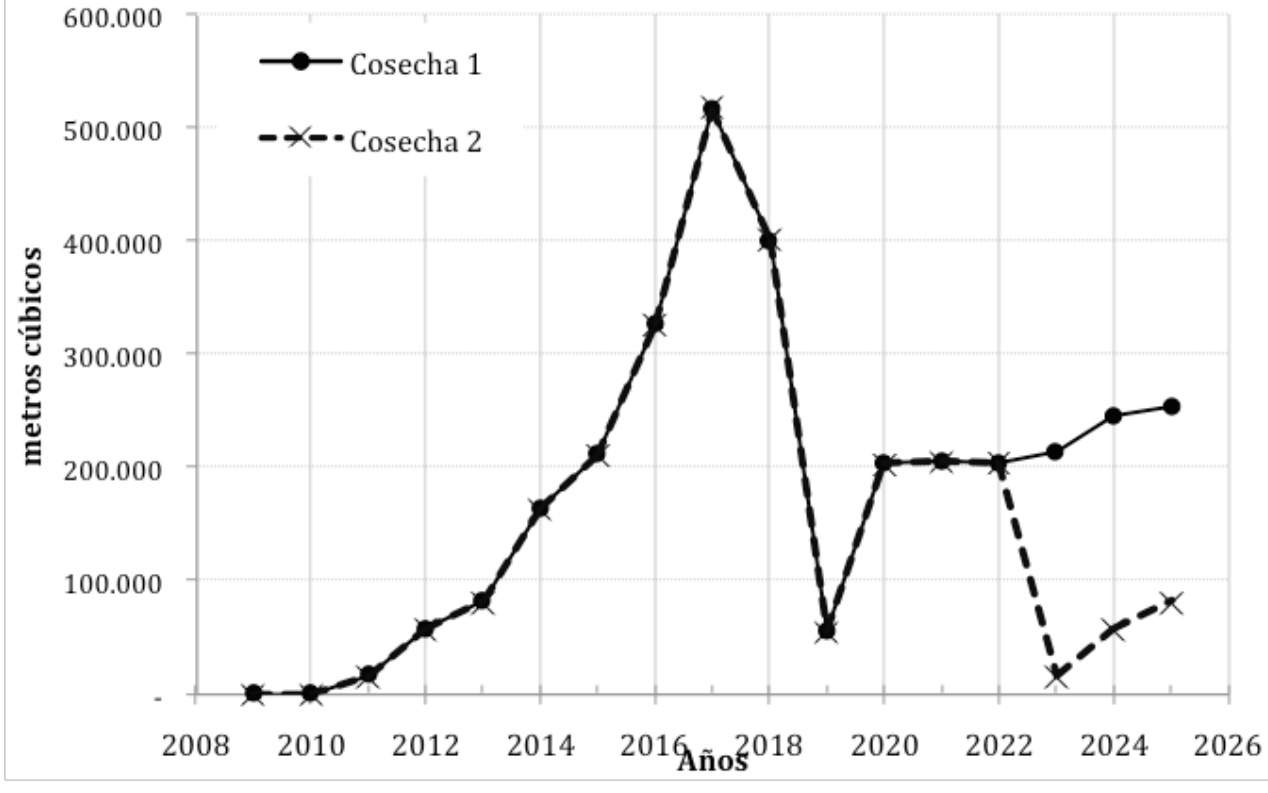


Figura 35. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Gmelina.

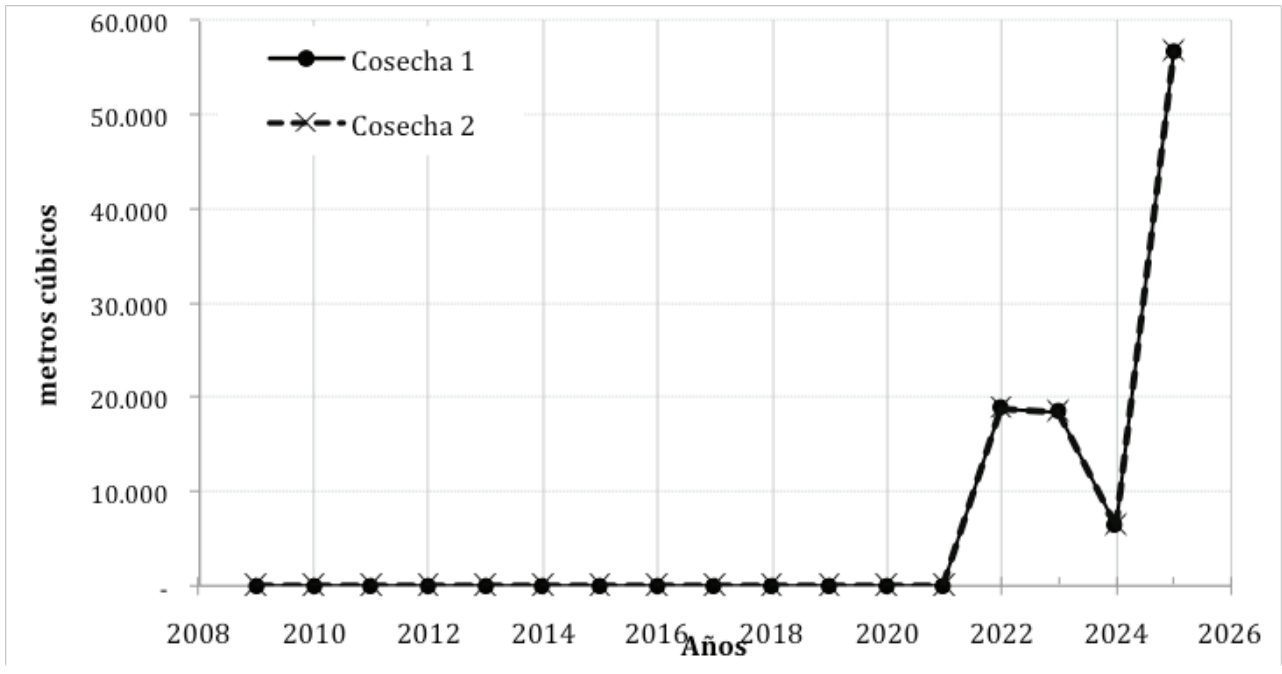


Figura 36. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Caoba.

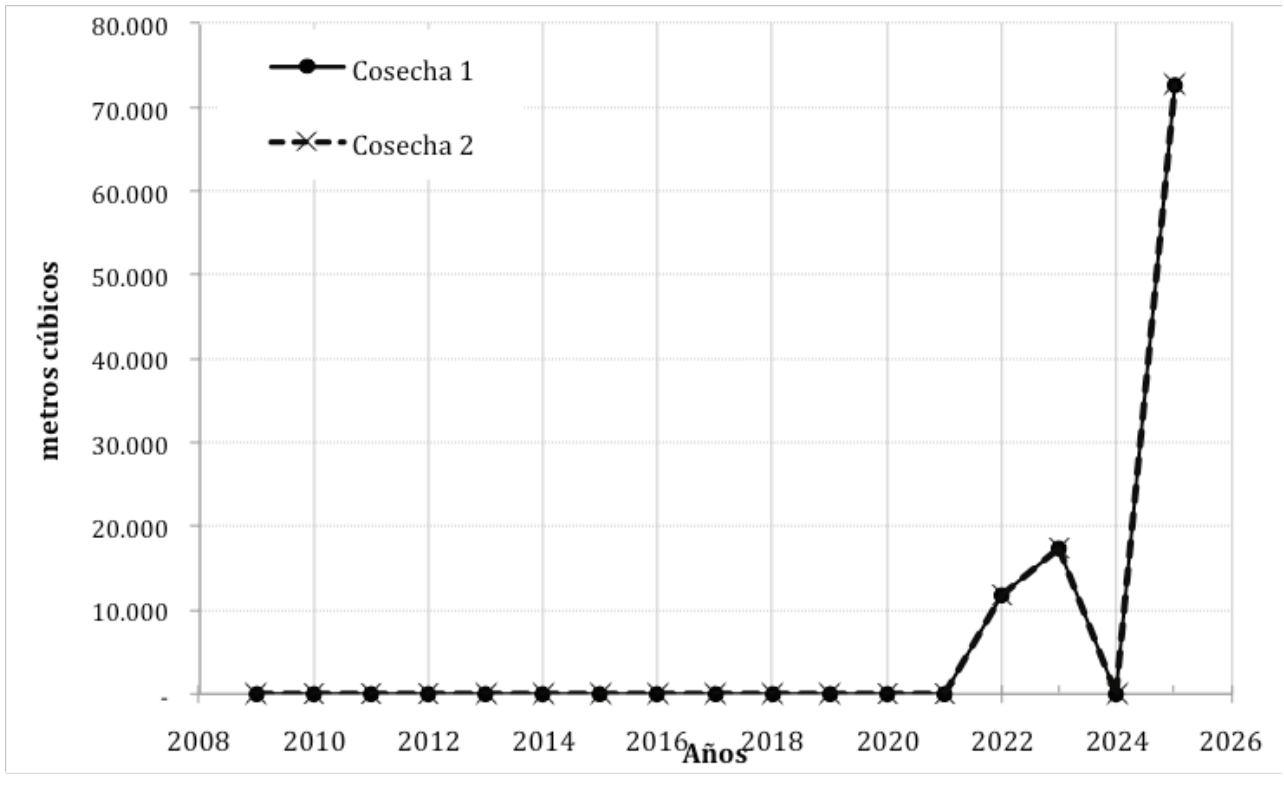


Figura 37. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Cedro.

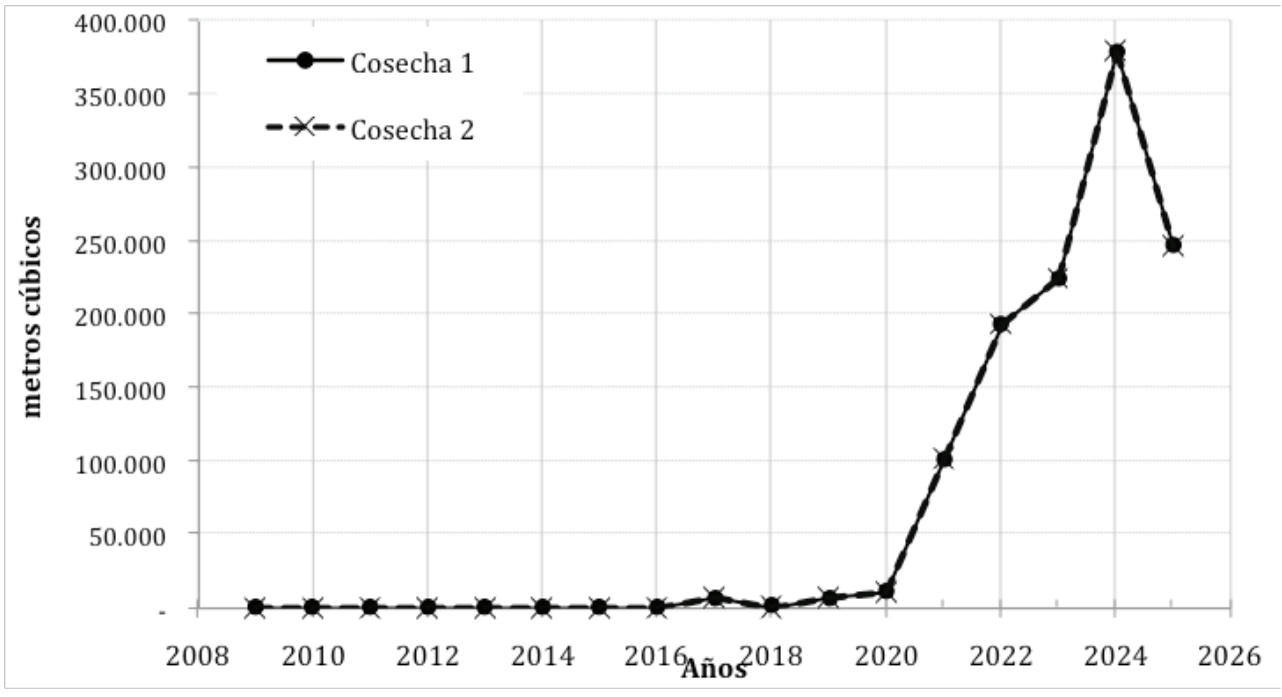


Figura 38. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Pino.

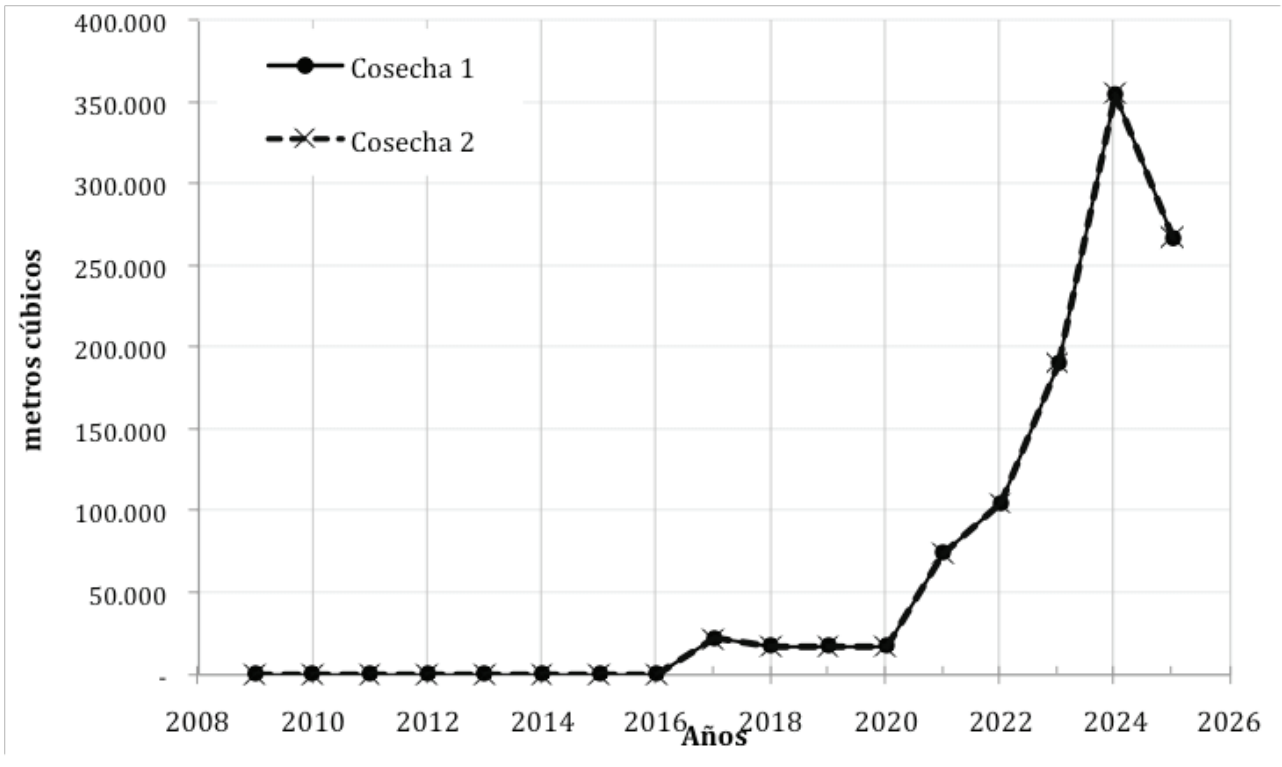


Figura 39. Cosecha nacional proyectada a partir del 2009 para las superficies pagadas y verificadas de Teca.

4.2.4. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE MERCADO DE PFC

El presente apartado presenta un diagnóstico de la actividad forestal a nivel regional y nacional, y en el mundo, para el periodo 1995 al 2004, así como una tendencia en el comportamiento de la producción nacional forestal maderable, valor de la producción, balanza comercial y consumo aparente de los productos forestales provenientes del bosque nativo en México, señalando las aportaciones de las plantaciones forestales, y las superficies establecidas en las cinco regiones del país (Figura 10). La información para el análisis y las actualizaciones realizadas al valor de la producción con base en el año 2004 provino de diversas fuentes documentales, por ejemplo bases de datos y registros reportados por instituciones relacionadas con el sector. Como parte del análisis se construyeron gráficas y cuadros donde se observan y comparan las tendencias actuales y futuras durante el periodo de análisis.

Metas esperadas de acuerdo al Programa Estratégico Forestal (PEF, 2025)

Antes de realizar el análisis conviene recordar algunos aspectos incluidos en el PEF 2025 como instrumento de política púbica de largo plazo para después relacionarlo con el impacto de las PFC. El PEF 2025 establece que el escenario de Manejo II sería la visión del manejo forestal sustentable, en el cual se espera:

Aumento del incremento total anual del capital arbóreo. Éste incrementará de 40.6 millones de m3 a 63.8 millones de m3 durante los 25 años de planificación (Figura 40). Para el periodo de 2001-2005 se tendría un incremento anual de 43 millones de m3.

Reducción de las tasas de fragmentación y deforestación. Se espera que la superficie forestal se reduzca de 52.1 millones a 43.5 millones de ha (Figura 41) al año 2025. Para el periodo de 2001-2005 se tendría una superficie forestal de 49.6 millones de ha.

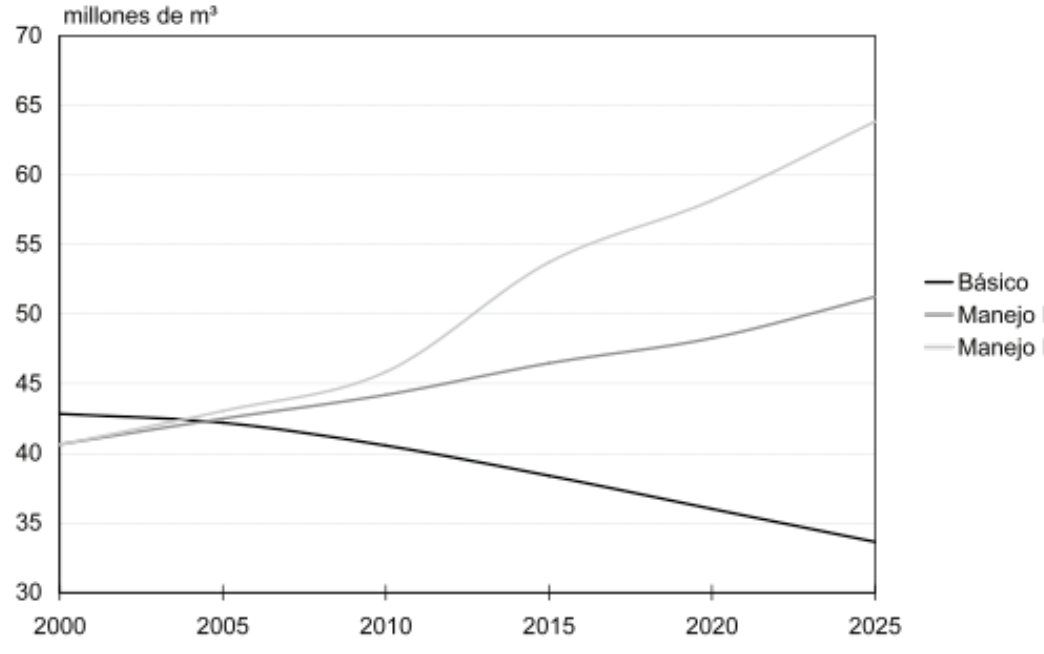


Figura 40. Escenarios de manejo: incremento anual total del capital arbóreo.

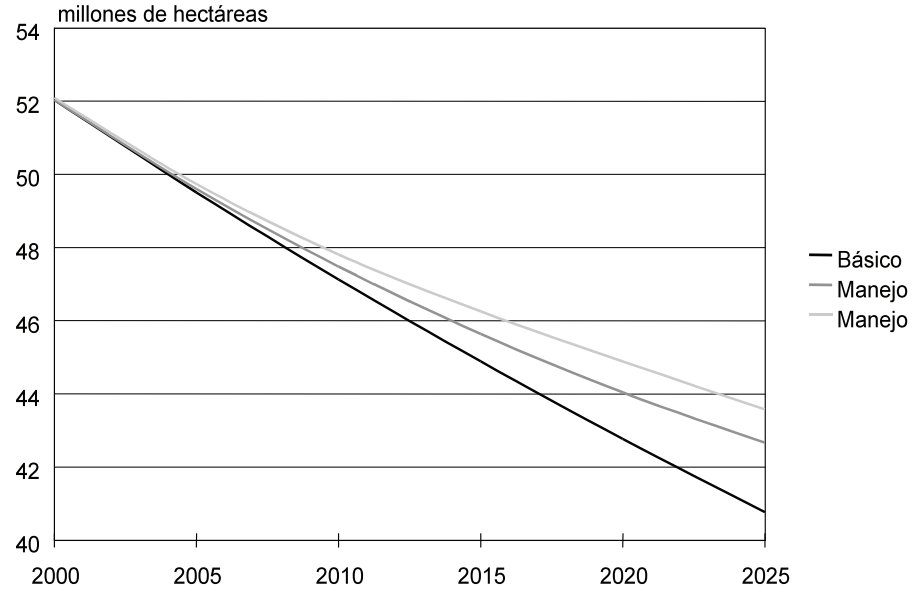


Figura 41. Escenarios de manejo: superficie total arbolada.

Aumento del volumen de la producción de materias primas para madera aserrada, tableros y celulosa y papel. De éstos últimos destaca la producción de cerca de 4 millones de toneladas provenientes de plantaciones comerciales (Figura 42). También se pretende aumentar la producción y calidad de los productos a largo plazo y una mejora genética de las especies forestales en las áreas manejadas.

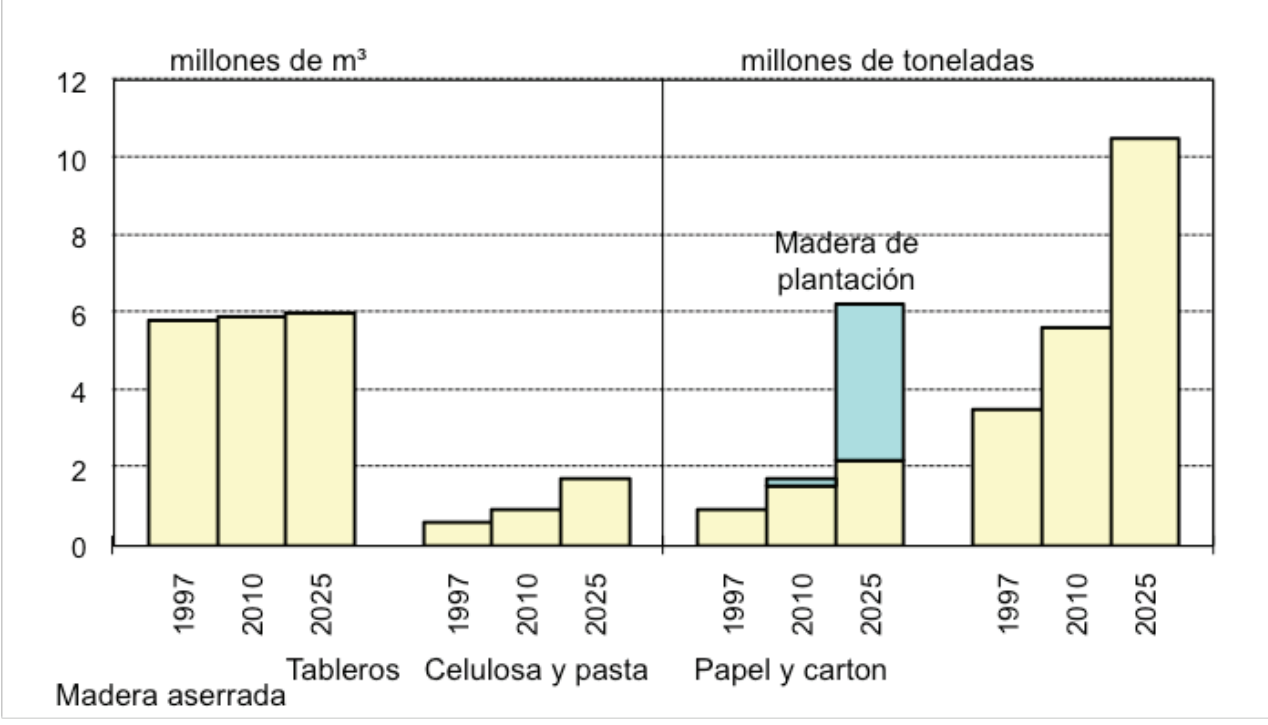


Figura 42. Escenarios de la producción industrial.

Aumento del PIB forestal. Este se incrementará gradualmente en los primeros años y después crecerá exponencialmente. En el periodo del 2000 al 2004 se estima un PIB de 8 mil millones de pesos por año, con una base inicial de 6,000 millones de pesos (Figura 43).

Generación de empleos. Para el escenario base, la creación de empleos sería casi nula. Con el PEF se estima una creación de 38 mil nuevos empleos en el 2005, hasta llegar a un máximo de algo más de 180 mil nuevos empleos en el 2025 (Figura 44).

Figura 43. Contribución al PIB forestal del PEF 2025.

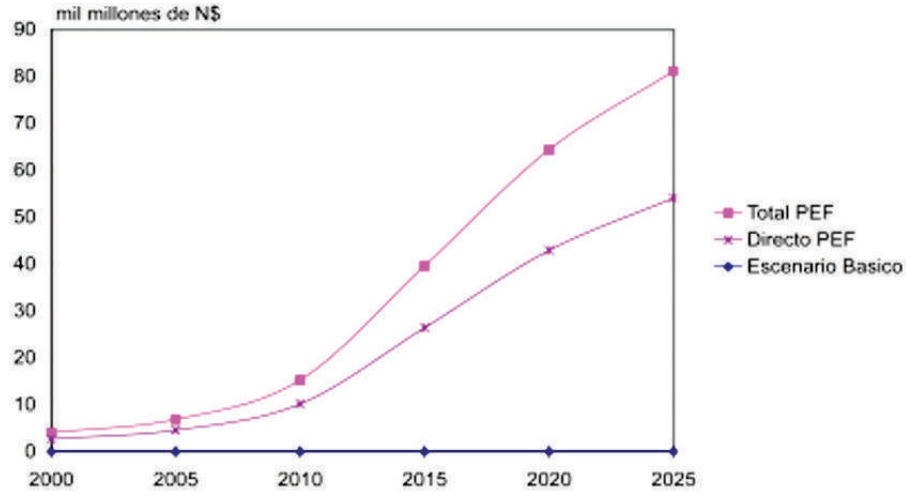
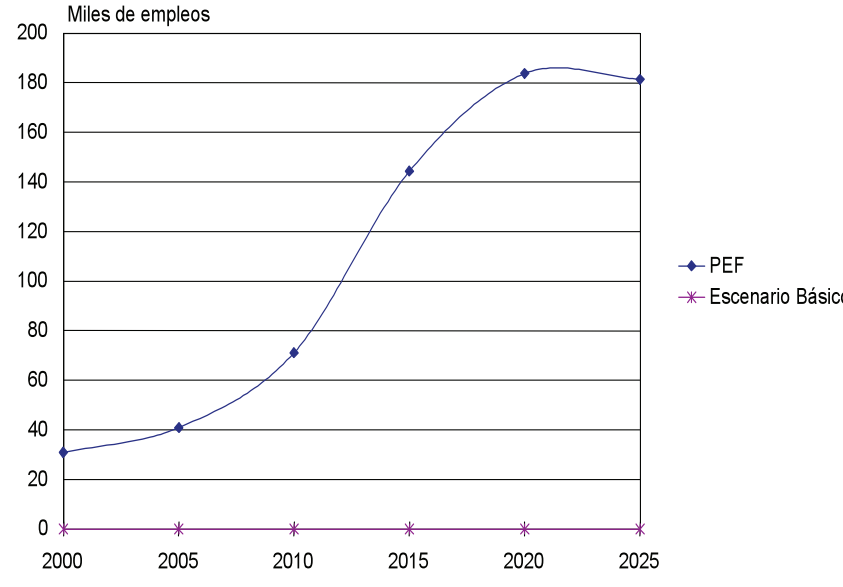


Figura 44. Generación de empleo por el PEF 2025.



De acuerdo al escenario de manejo forestal sustentable, las PFC al participar en la aportación de materias primas a la industria, contribuyen a minimizar la fragmentación y deterioro de áreas forestales y consecuentemente disminuyen la presión sobre el bosque nativo. Tales impactos esperados hasta el momento no han sido significativos.

Producción forestal maderable

a) Nivel nacional y regional

A nivel nacional, la producción forestal maderable para el periodo 1995-2004 se caracterizó como se indica:

La producción forestal maderable proveniente del bosque nativo se agrupa en los rubros siguientes: (1) Escuadría; (2) celulósicos; (3) chapa y triplay; (4) postes, pilotes y morillos; (5) leña; (6) carbón y (7) durmientes. El Cuadro 16 muestra los volúmenes de productos por grupo para el periodo 1995-2004.

Cuadro 16. Producción forestal por grupo de productos para el periodo 1995-2004

Año / Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Escuadría	4656,833	5013,036	5608,865	6200,185	6221,565	6534,362	5556,169	4378,269	4552,302	4736,522
Celulósicos	1189,945	1258,771	1217,781	1209,747	1261,495	1725,542	1028,387	801,362	844,742	710,613
Chapa y triplay	71,651	84,276	274,423	303,153	346,263	399,137	518,103	354,572	449,109	327,906
Postes, pilotes y morillos	116,544	152,905	175,488	201,589	219,925	142,731	216,028	230,646	180,12	242,706
Leña	105,307	155,601	214,794	217,133	234,096	261,781	213,22	241,811	364,972	170,619
Carbón	136,234	144,019	182,841	182,268	194,827	331,891	490,657	369,246	352,256	403,231
Durmientes	25,903	35,178	37,617	16,907	18,555	34,356	102,007	288,814	253,269	126,91
Total	6302,417	6843,786	7711,809	8330,982	8496,726	9429,8	8124,571	6664,72	6996,77	6718,508

Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

La producción forestal autorizada en el periodo de 1995 al 2004 ha fluctuado entre 11.3 y 8.2 millones de m3 (a partir del año 2005 se ha mantenido entre 6 y 7 millones de m3 de madera en rollo). Ésta cifra es la más baja y no se había reportado en México desde 1995 y 1996, con 6.3 y 6.8 millones, respectivamente. Por otro lado, el valor máximo histórico no se había presentado desde el año 1989, cuando se reportó una producción de 8.9 millones de m3 (SEMARNAT, Anuario Estadístico de la Producción Forestal, 1997-2004). Estos valores en la producción de materia prima forestal son resultado principalmente de la disminución en la superficie bajo manejo. La Figura 45 muestra los volúmenes de materias primas maderables producidas en el periodo 1995-2004.

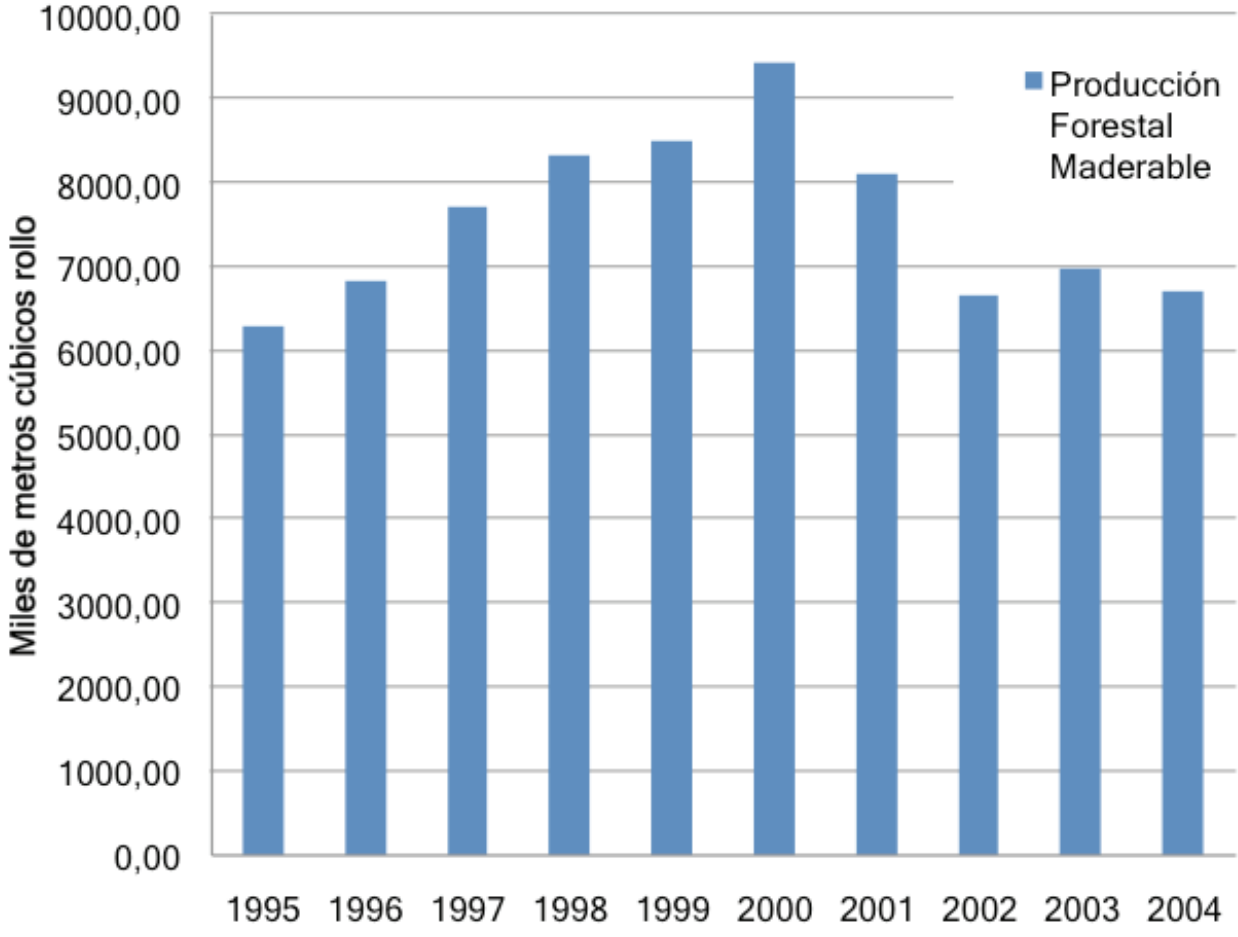


Figura 45. Producción forestal maderable (Periodo 1995-2004). Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

A partir de las estadísticas señaladas en el Cuadro 16, se realizó una proyección con la finalidad de conocer la tendencia esperada en la producción forestal maderable hacia el 2025. El comportamiento de esa tendencia, tomando en cuenta la fluctuación entre 1995 al 2004, sugiere un volumen estable entre 7 y 8 millones de m3 de madera en rollo. Sin embargo, con datos reales del año 2005 al 2008, se ha reportado una producción entre 6 y 7 millones de m3.

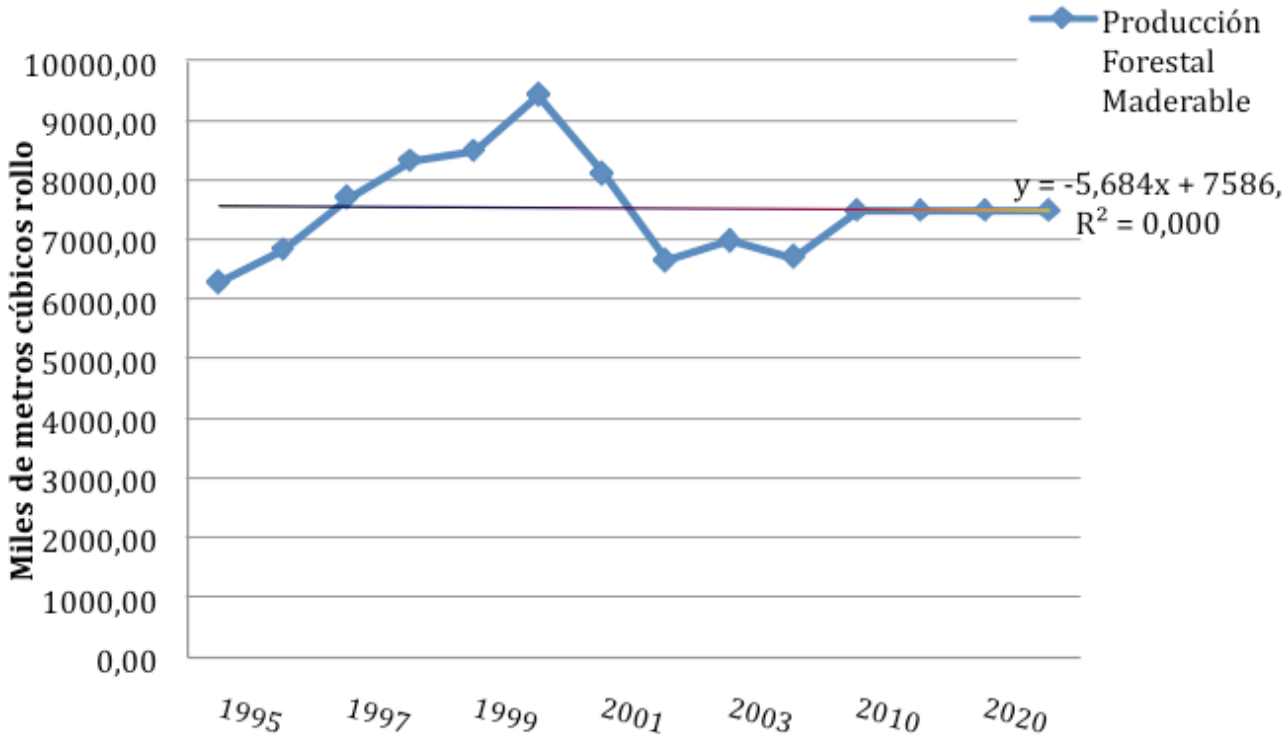


Figura 46. Producción Forestal Maderable (Periodo 1995-2004) y tendencia al año 2025.
Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

De manera complementaria a la producción proveniente del bosque nativo, se agrega la producción de materias primas maderables provenientes de plantaciones. La producción de plantaciones al año 2008 fue de 600 mil m3 y una producción estimada al año 2025 de 10 millones de m3. El aporte de madera de las plantaciones inició en el año 2001 contribuyendo solamente 350 m3, y para el 2002 aportó 76 mil m3, creciendo a un ritmo promedio anual de 240,000 m3 del año 2001 al 2008 (CONAFOR, 2006).
Las perspectivas para la industria señalan que la tasa media de plantación subirá de 20 mil ha por año en 2006 a 60 mil ha por año en 2020. En tanto la superficie plantada llegará a 250 mil ha en 2010 y a 875 mil ha en 2020; las 100 mil ha que ya estén en producción aportarán 6 millones de m3/año a la producción.

En 2025 la producción proveniente de plantaciones forestales comerciales llegará a 10 millones de m3/año y la mitad del volumen producido se destinará a la fabricación de celulosa y el resto se repartirá hacia la industria del aserrío y de tableros de madera .

La ubicación estatal de la superficie establecida de plantaciones comerciales se señala en la Figura 10; sin embargo, el Cuadro 17 ubica los estados en 5 grandes regiones considerando una escala de clasificación distinta al señalado en el apartado "Concentración regional de las PFC".

Cuadro 17. Regionalización del país en base a la superficie plantada.

Región	Superficie plantada (Ha)	Estados
1	Mayor a 5,000	Campeche, Chiapas, Puebla, Tabasco, Veracruz.
2	Entre 2,000 y 5,000	Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tamaulipas.
3	Entre 1,000 y 2,000	Estado de México, Guanajuato, Nayarit, Quintana Roo.
4	Entre 20 y 1,000	Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Colima, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Tlaxcala, Yucatán, Zacatecas.
5	Cero	Baja California Sur, Morelos, Nuevo León, Sonora.

Fuente: De elaboración propia con datos del PRODEPLAN.

Los productos generados de las plantaciones incluyen materias primas celulósicas y para la industria de tableros y chapas, madera para escuadría, y postes y morillos, los cuales tienen impacto en la producción maderable nacional. Por tanto, es importante conocer la producción forestal maderable a nivel estatal en los conceptos o productos en los cuales el impacto de las plantaciones forestales puede ser mayor: escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes, pilotes y morillos; leña, carbón y durmientes.

SEMARNAT - CONAFOR. Las Plantaciones Forestales, factor número uno para la competitividad de la industria forestal de México (presentación). 2007.

La participación a nivel estatal en la producción forestal maderable proveniente del bosque nativo para el periodo 1995-2004 agrupados por regiones, se muestran en la Figura 47.

En resumen, el Cuadro 18 muestra el volumen de la producción forestal maderable en millones de m3 por región en donde ocurren las plantaciones comerciales.

Cuadro 18. Producción Forestal Maderable por Regiones (millones de m3r, periodo 1995-2004).

Región	Volumen, millones m^3r
1	6.45
2	24.07
3	4.32
4	39.04
5	1.74

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Los Cuadros 19 al 23 muestran la producción forestal para el periodo comprendido de 1995-2004 por grupo de productos provenientes del bosque nativo en las cinco regiones en que se ha clasificado el país de acuerdo a la ocurrencia de plantaciones.

Cuadro 19. Producción forestal por grupo de productos para la Región 1 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Campeche	342559.00	0.00	23374.00	3115.00	0.00	123922.00	120217.00	613187.00
Chiapas	1074192.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1074192.00
Puebla	2423794.00	74176.98	16.00	4454.00	318970.00	72654.00	465.00	2894529.98
Tabasco	62720.00	189870.00	44551.00	1840.00	283.00	2678.00	0.00	301942.00
Veracruz	1145581.00	175446.00	8698.00	167810.00	58768.00	4297.00	1035.00	1561635.00
Total/Producto	5048846.00	439492.98	76639.00	177219.00	378021.00	203551.00	121717.00	6445485.98

Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN

Cuadro 20. Producción forestal por grupo de productos para la Región 2 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Guerrero	2244727.00	60782.00	1259.00	8604.00	27007.00	23264.00	1136.00	2366779.00
Jalisco	3393078.00	860109.00	196.00	31695.00	178234.00	171241.00	142.00	4634695.00
Michoacán	7315162.00	1842183.00	1303399.00	191228.00	289584.00	58386.00	4235.00	11004177.00
Oaxaca	4069230.00	756392.00	246788.00	15207.00	110218.00	15419.00	7406.00	5220660.00
Tamaulipas	95470.00	25412.00	0.00	155460.00	4243.00	558726.00	6455.00	845766.00
Total/Producto	17117667.00	3544878.00	1551642.00	402194.00	609286.00	827036.00	19374.00	24072077.00

Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN

Cuadro 21. Producción forestal por grupo de productos para la Región 3 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995- 2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Estado de México	2233448.00	454201.00	1056.00	7437.00	174029.00	37350.00	0.00	2907521.00
Guanajuato	15977.00	21953.00	0.00	5993.00	78021.00	184772.00	48.00	306764.00
Nayarit	442085.00	0.00	0.00	30773.00	551.00	148285.00	0.00	621694.00
Quintana Roo	319657.00	1485.00	105663.00	31653.00	144.00	0.00	29469.00	488071.00
Total/Producto	3011167.00	477639.00	106719.00	75856.00	252745.00	370407.00	29517.00	4324050.00

Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN

Cuadro 22. Producción forestal por grupo de productos para la Región 4 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995- 2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Aguascalientes	112.00	0.00	0.00	1438.00	62815.00	67.00	0.00	64432.00
Baja California	12031.00	0.00	0.00	116.00	7557.00	0.00	0.00	19704.00
Coahuila	38811.00	0.00	0.00	4802.00	11546.00	5071.00	0.00	60230.00
Colima	40622.00	0.00	0.00	2284.00	2360.00	8310.00	0.00	53576.00
Chihuahua	10962304.00	4001850.00	485949.00	281049.00	44628.00	4287.00	0.00	15780067.00
Distrito Federal	43759.00	72038.00	0.00	28.00	8914.00	12.00	0.00	124751.00
Durango	14740231.00	2242922.00	892419.00	759812.00	553321.00	349602.00	726491.00	20264798.00
Hidalgo	791229.00	128405.00	0.00	21839.00	95801.00	14080.00	202.00	1051556.00
Querétaro	42331.00	1340.00	0.00	2062.00	12665.00	16953.00	0.00	75351.00
San Luís Potosí	36651.00	15088.00	1162.00	3406.00	3910.00	13067.00	40524.00	113808.00
Sinaloa	434979.00	0.00	0.00	52435.00	10954.00	599.00	0.00	498967.00
Tlaxcala	294314.00	1579.00	0.00	521.00	38937.00	284.00	0.00	335635.00
Yucatán	21712.00	0.00	13979.00	29557.00	16718.00	44897.00	0.00	126863.00
Zacatecas	192369.00	221713.00	0.00	19769.00	24410.00	11748.00	0.00	470009.00
Total/Producto	27651455.00	6684935.00	1393509.00	1179118.00	894536.00	468977.00	767217.00	39039747.00

Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN

Cuadro 23. Producción forestal por grupo de productos para la Región 5 (Volumen en metros cúbicos rollo, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Baja California Sur	4.00	0.00	0.00	2269.00	808.00	126109.00	0.00	129190.00
Morelos	16308.00	1917.00	0.00	0.00	1523.00	0.00	0.00	19748.00
Nuevo León	267690.00	0.00	0.00	41785.00	4290.00	58574.00	1691.00	374030.00
Sonora	344971.00	97546.00	84.00	244.00	38128.00	732816.00	0.00	1213789.00
Total/Producto	628973.00	99463.00	84.00	44298.00	44749.00	917499.00	1691.00	1736757.00

Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN

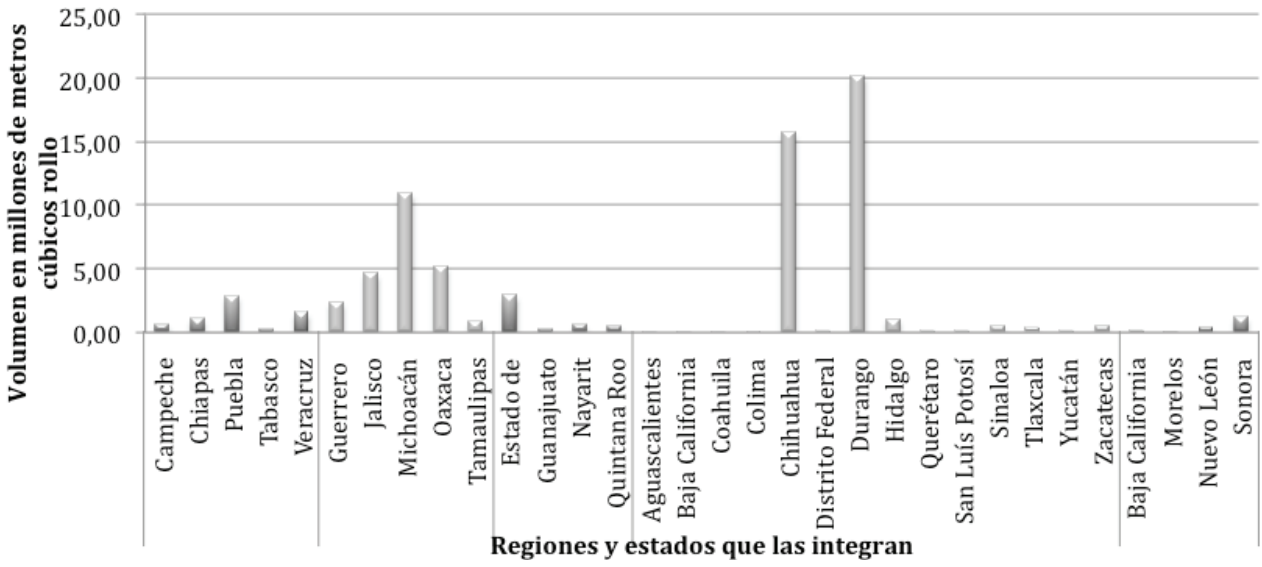


Figura 47. Participación estatal en la producción forestal maderable (Periodo 1995-2004).
Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Las Figura 48 muestra la distribución por regiones de México de la producción forestal maderable acumulada para el periodo 1995-2004.

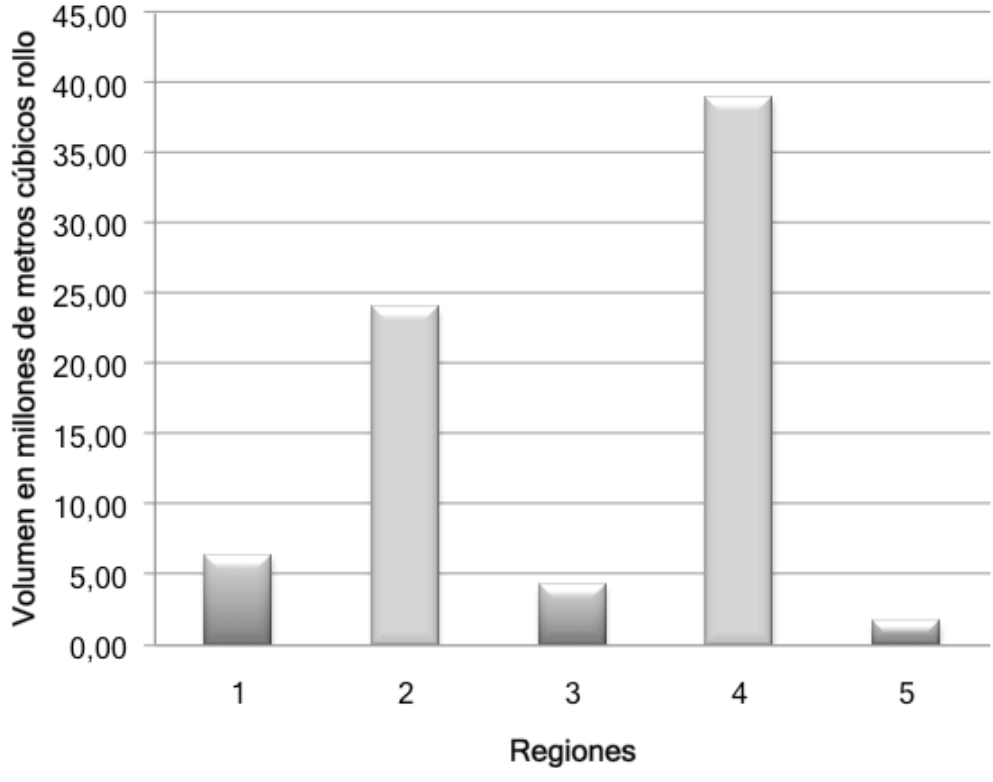


Figura 48. Producción forestal maderable por Regiones (Periodo 1995-2004).
Fuente: De elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

La Figura 48 muestra que la Región 4 presenta un volumen acumulado aproximado de 40 millones de m3 rollo, ya que en esta región se encuentran los estados productores forestales por excelencia de madera para "Escuadría" (Chihuahua y Durango). En contraste con la superficie de plantaciones establecida en estos estados, se cuenta con el menor número de hectáreas de PFC (entre 20 y 1000 ha).

Sigue en importancia la Región 2, con alrededor de 24 millones de m3 rollo; a la cual le corresponde el segundo lugar en cuanto a superficie de plantaciones establecida (entre 2000 y 5000 ha).

Por su parte, la Región 1, con una aportación aproximadamente de 6.5 millones de m3 rollo en el periodo analizado; ocupa el primer nivel en el establecimiento de plantaciones comerciales, con más de 5,000 ha.

La Regiones 3 y 5 aportaron alrededor de 4.3 y 1.7 millones de m3 rollo, respectivamente. De manera comparativa, la superficie establecida de plantaciones para ambas regiones está entre 1000 y 2000 ha para la Región 3; sin embargo, no se reporta superficie establecida para la Región 5.

Por lo anterior, los estados de tradición forestal y con amplia participación en la producción forestal maderable (como por ejemplo Chihuahua y Durango), no han participado de manera importante en proyectos de PFC debido posiblemente entre otros factores a la superficie de bosque natural bajo manejo y a los procesos de certificación que son sometidos sus productos. Los estados de Oaxaca, estado de México y Jalisco se encuentran en una fase de participación importante en PFC, siguiendo a los estados con mayor tradición y superficies establecidas de plantaciones como son Campeche, Chiapas, Puebla, Tabasco, Veracruz mismo que se reflejará en la producción forestal maderable en un futuro, cuando los proyectos establecidos entren en el periodo de cosecha.

Valor de la producción

El valor de la producción forestal maderable a nivel nacional, a precios nominales para el periodo 1995-2004, se muestra en el Cuadro 24 donde se observa un aumento relativo gradual en el valor de la producción forestal. La tendencia en los valores se muestra en la Figura 49.

Cuadro 24. Valor de la producción forestal por grupo de productos para el periodo 1995-2004 (millones de pesos, valor nominal).

Año / Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Escuadría	1.272,82	1.577,42	2.363,21	3.126,31	3.563,55	4.225,21	4.153,96	4.107,31	5.176,08	5.216,26
Celulósicos	108,05	185,89	156,15	245,68	253,41	396,77	266,34	188,67	198,83	179,11
Chapa y triplay	30,78	39,68	141,14	139,74	282,27	262,18	349,26	345,11	758,17	481,73
Postes, pilotes y morillos	29,21	41,82	56,26	63,00	77,51	45,43	67,57	121,79	52,28	172,27
Leña	8,22	16,29	22,72	38,74	39,68	48,42	44,04	57,26	47,66	37,61
Carbón	25,18	22,51	31,80	39,10	51,94	119,51	177,15	138,05	150,65	196,41
Durmientes	7,19	13,13	15,47	15,94	16,99	55,66	164,43	349,63	302,54	114,57
Total	***1.481,47***	***1.896,73***	***2.786,74***	***3.668,50***	***4.285,36***	***5.153,19***	***5.222,75***	***5.307,82***	***6.686,21***	***6.397,96***

Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

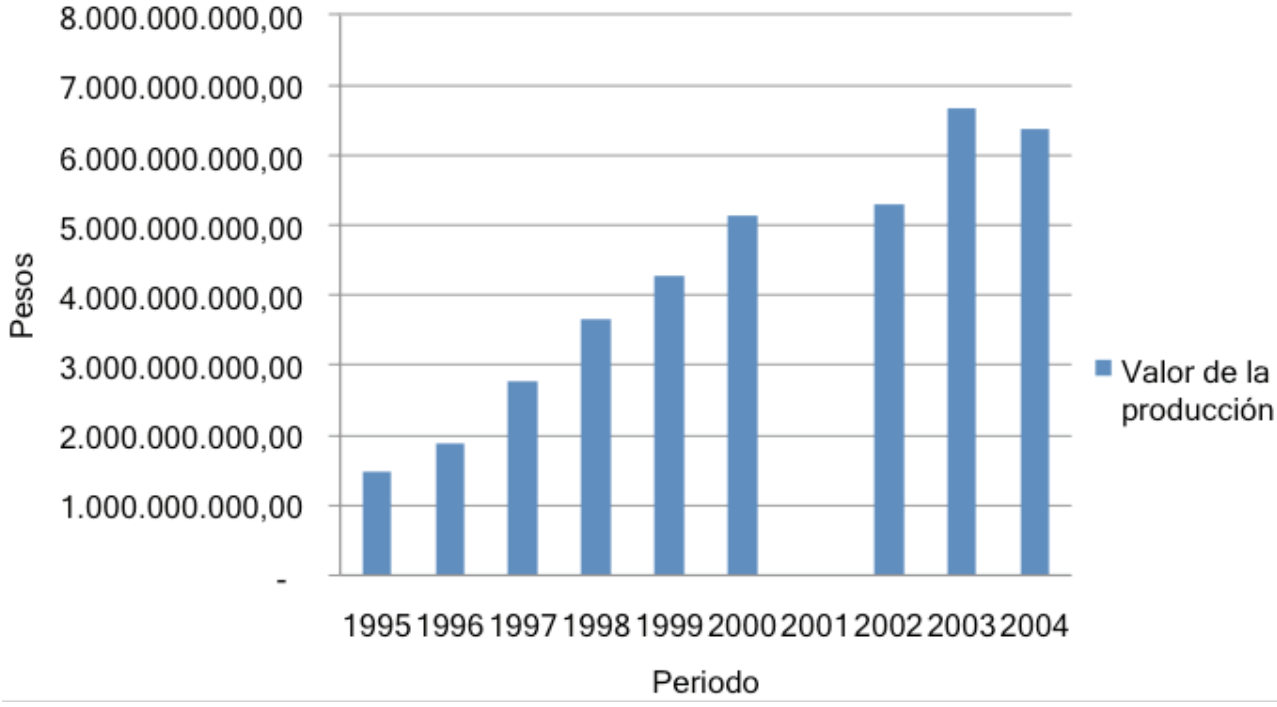


Figura 49. Valor de la producción forestal maderable (Periodo 1995-2004 a precios nominales).
Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

Con base a los valores de la producción y ampliando el periodo de análisis hacia el 2025, la proyección de los valores de la producción forestal maderable indica que seguirá en aumento dado un incremento en el nivel de producción y el precio nominal del producto (Figura 50).

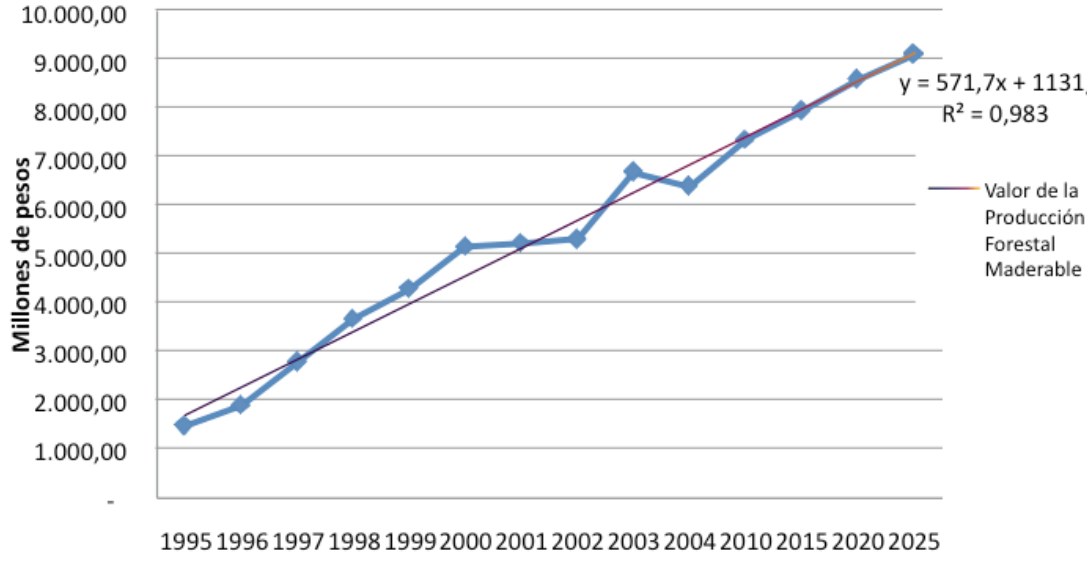


Figura 50. Valor de la producción forestal (Periodo 1995-2004) y tendencia hacia 2025 (millones de pesos, valor nominal).
Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

Los Cuadros 25 y 26 muestran los valores promedio del Índice de Precios al Consumidor (IPC) para el periodo 1979-2009 (Base 2002), y los valores promedio de IPC para el periodo 1979-2004 (Base 2004), respectivamente. Los valores de la producción indizados anualmente por tipo de producto se indican en el Cuadro 27. Las tendencias de los valores de la producción se muestran en las Figuras 51 y 52.

Cuadro 25. Promedio anual del IPC (Periodo 1979-2009; Año base 2002).

Año	Promedio	Año	Promedio
1979	0,09	1995	37,40
1980	0,11	1996	50,26
1981	0,14	1997	60,62
1982	0,22	1998	70,28
1983	0,45	1999	81,93
1984	0,75	2000	89,71
1985	1,19	2001	95,42
1986	2,21	2002	100,22
1987	5,12	2003	104,78
1988	10,96	2004	109,69
1989	13,15	2005	114,07
1990	16,66	2006	118,21
1991	20,43	2007	122,90
1992	23,60	2008	129,20
1993	25,90	2009	134,80
1994	27,70		

Fuente: Banco de México.

Cuadro 26. Promedio anual del IPC (Periodo 1979-2009; Año Base 2004)

Año	Promedio	Año	Promedio
1979	0,08	1995	34,09
1980	0,10	1996	45,82
1981	0,13	1997	55,26
1982	0,21	1998	64,07
1983	0,41	1999	74,69
1984	0,68	2000	81,78
1985	1,08	2001	86,99
1986	2,01	2002	91,37
1987	4,66	2003	95,52
1988	9,99	2004	100,00
1989	11,99	2005	103,99
1990	15,18	2006	107,76
1991	18,62	2007	112,04
1992	21,51	2008	117,78
1993	23,61	2009	122,89
1994	25,26		

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México.

Cuadro 27. Valor de la producción forestal por grupo de productos para el periodo 1995-2004 (millones de pesos, año base 2004).

Año / Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Escuadría	3733,25	3443,01	4276,15	4879,71	4770,89	5166,36	4775,17	4495,39	5418,76	5216,26
Celulósicos	316,93	405,73	282,55	383,47	339,27	485,15	306,17	206,50	208,15	179,11
Chapa y triplay	90,28	86,60	255,39	218,11	377,91	320,58	401,49	377,72	793,72	481,73
Postes, pilotes y morillos	85,69	91,28	101,80	98,33	103,77	55,55	77,68	133,30	54,73	172,27
Leña	24,12	35,56	41,11	60,46	53,12	59,21	50,62	62,67	49,89	37,61
Carbón	73,87	49,13	57,54	61,04	69,54	146,13	203,65	151,10	157,71	196,41
Durmientes	21,09	28,66	27,99	24,88	22,75	68,06	189,02	382,66	316,73	114,57
Total	4345,23	4139,97	5042,53	5725,99	4285,36	6301,04	6003,79	5809,33	6999,69	6397,96

Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004) y los IPC para el año base 2004 calculados con información del Banco de México.

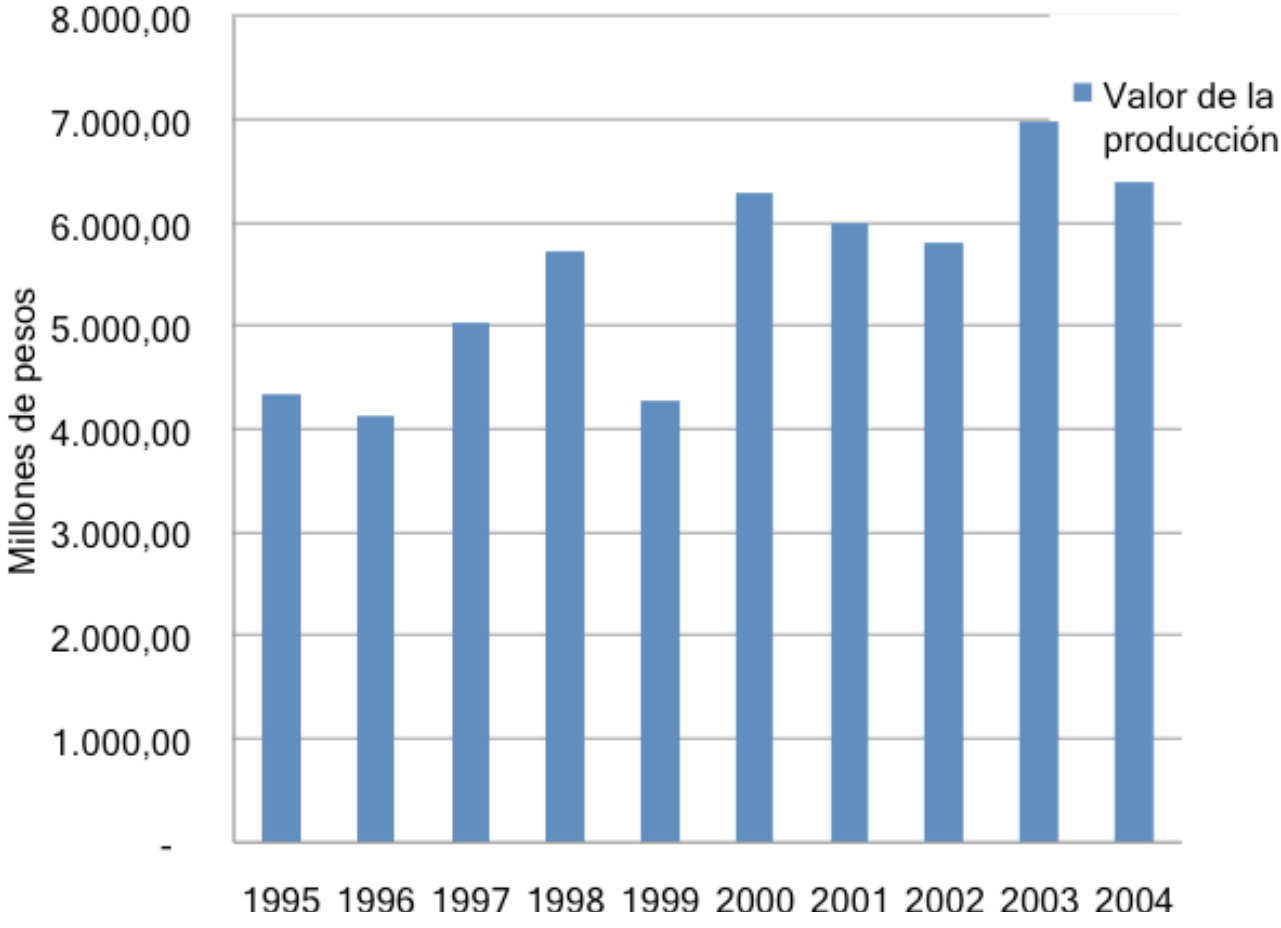


Figura 51. Valor de la producción maderable Periodo 1995-2004.
Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

Con base a los valores de la producción indizados y tomando como año base el 2004, la Figura 52 muestra la proyección o tendencia esperada para este concepto hacia el 2025, que con base a los valores de la producción calculados, se espera que su comportamiento al proyectarse se vaya incrementando.

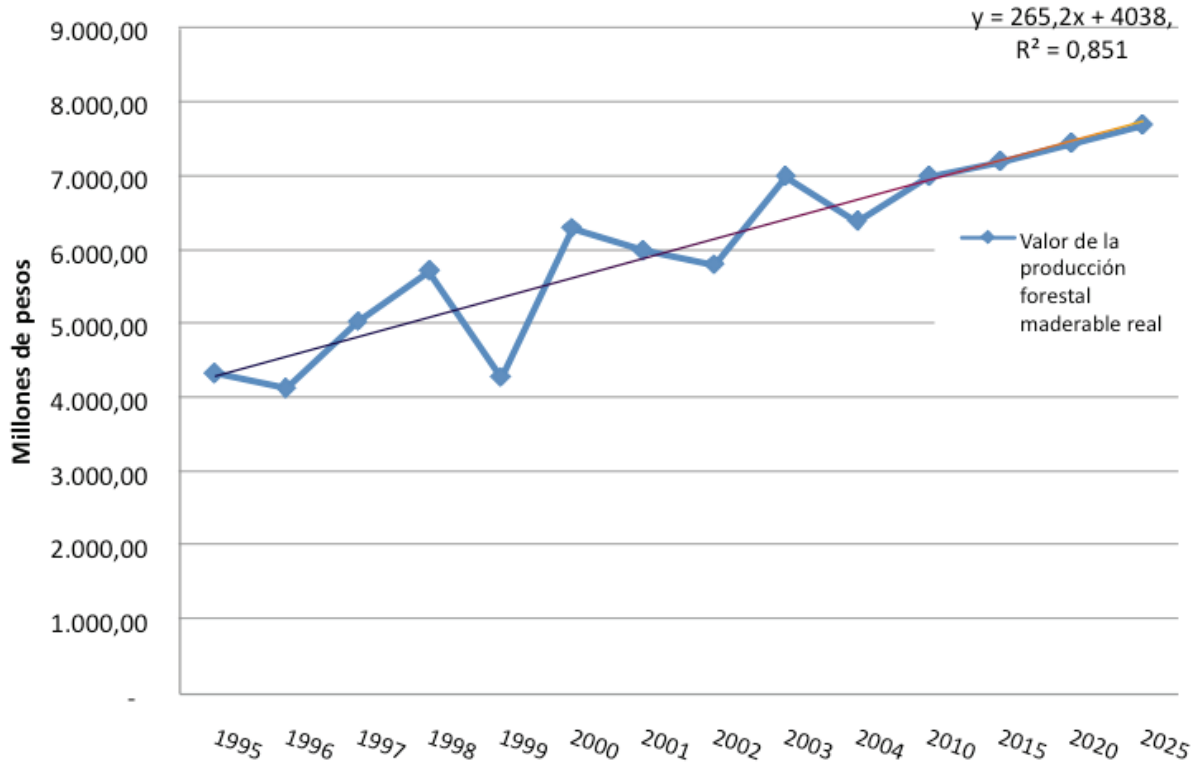


Figura 52. Valor de la producción forestal maderable (Periodo 1995-2004, Precios constantes, Base 2004) y tendencia hacia 2025. Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

El Cuadro 28 muestra el volumen de materias primas forestales maderables y el valor de la producción para el periodo de 1994 al 2004. Se observa un aumento progresivo desde 1995 hasta el 2000, seguido de una reducción marcada hasta el 2002-2004.

Cuadro 28. Volumen y valor de la producción de madera en México, 1995- 2004.

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Producción Madera (milones de m³ en rollo)	6.302	6.844	7.712	8.331	8.497	9.430	8.125	6.665	6.997	6.718
Valor maderable (millones de pesos de 2004)	4.345	4.140	5.043	5.725	4.285	6.301	6.004	5.809	7.000	6.398
precio promedio ($/ m3)	659	551	596	627	616	609	674	796	886	597

SEMARNAT. Dirección General Forestal y con datos de tipo de cambio mensual del Banco de México. Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción 1995-2004.

La Figura 53 muestra la dinámica de la producción maderable (en m3 rollo) y el valor de la producción (miles de pesos) para el periodo de 1995-2025. Dentro del periodo de 1995-2000 la producción se mantuvo en aumento; sin embargo, en el periodo 2001-2004 la producción decayó, pero no así el valor el cual se mantuvo al alza debida al aumento de los precios, con excepción al 2004 donde se registró un precio casi cercano al de 1996 y 1997.

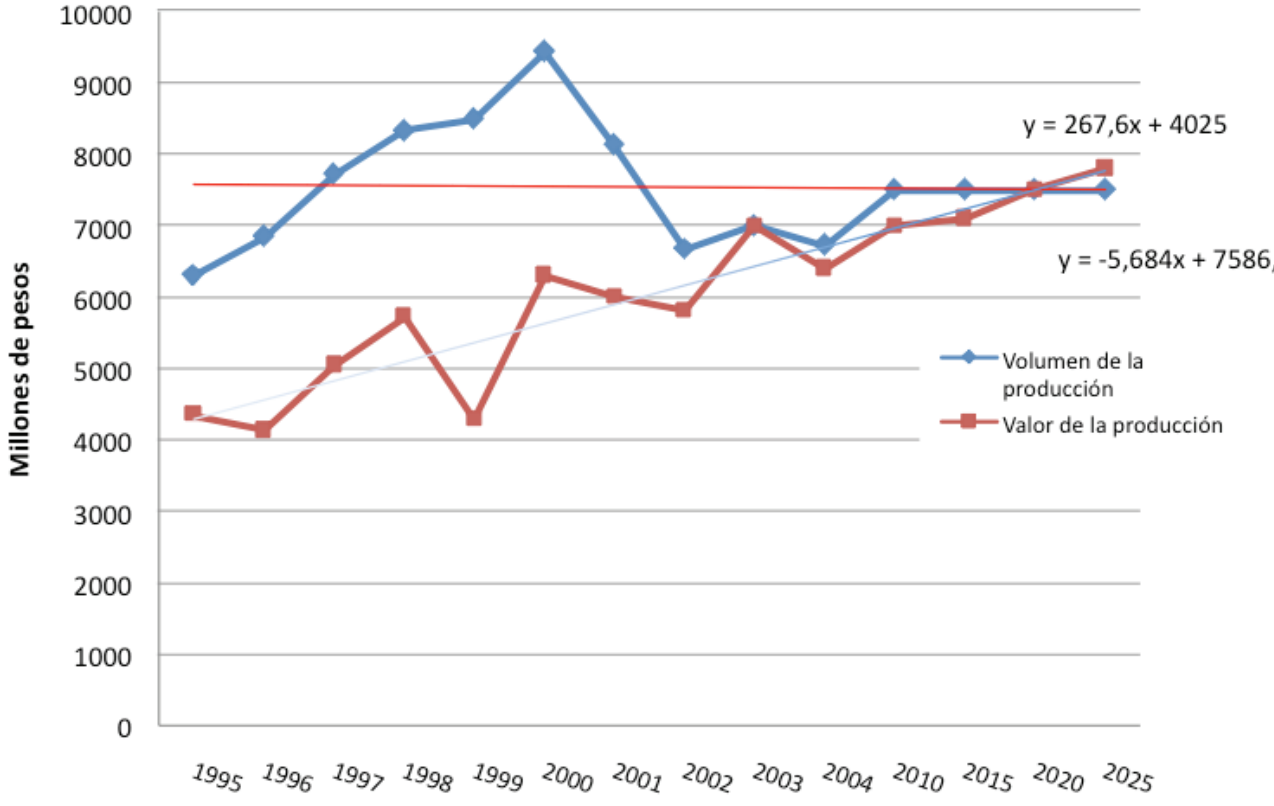


Figura 53. Volumen y valor de la producción de madera en México.
Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1995-2004).

Respecto a los precios de la madera, éstos se mantuvieron estables durante el periodo 1995-2000; sin embargo, a partir del 2001 y hasta el 2003 los precios se mantuvieron de manera crecientes (2001-2003), disminuyendo nuevamente en 2004. Por tanto, la proyección al año 2025 indica un comportamiento en aumento constante (Figura 54).

A nivel regional, el valor de la producción por producto y estado así como el total del valor de la producción en pesos (precios constantes, año base 2004) para el periodo comprendido entre los años 1995-2004 se muestran en los Cuadros del 29 al 33.

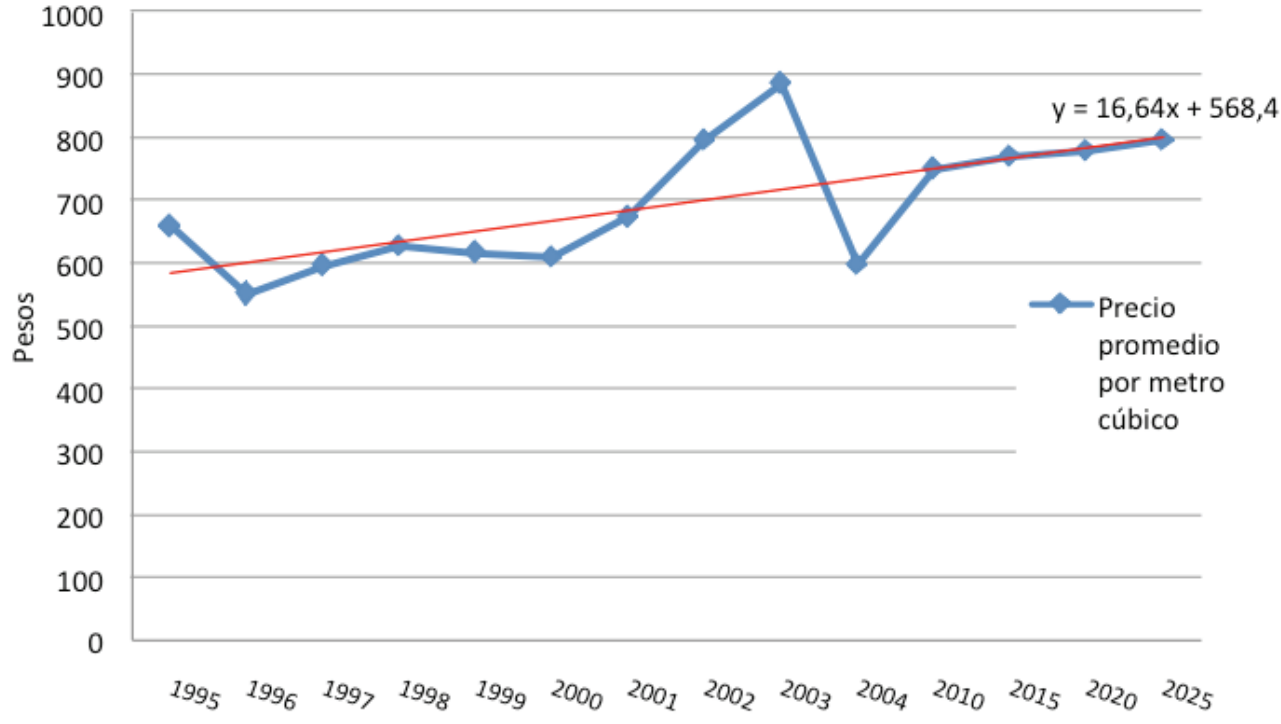


Figura 54. Tendencias de los precios de madera (pesos/m3, para el periodo de 1995-2004) y proyección al 2025.

La determinación del valor de la producción se hizo de acuerdo a la regionalización y clasificación señalada en el apartado anterior para los productos en los cuales el impacto de las plantaciones forestales puede ser mayor (escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes, pilotes y morillos; leña; carbón y durmientes).

Al igual que para la producción a nivel nacional, se usaron los valores promedio del índice de precios al consumidor (IPC) señalados en el Cuadro 26. Una vez indizados al año base 2004 (usando los valores del Cuadro 25) se obtuvo el valor de la producción por tipo de producto y región (Cuadros 29 al 33).

La participación de cada región y estado en el valor de la producción forestal maderable para el periodo 1995-2004 se indica en la Figura 55.

Cuadro 29. Valor de la producción forestal por grupo de productos para la Región 1 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Campeche	514.41	-	28.84	2.95	-	78.33	131.49	756.02
Chiapas	442.36	-	-	-	-	-	-	442.36
Puebla	2,099.48	33.91	0.00	1.12	73.06	6.26	0.23	2,214.07
Tabasco	100.78	87.35	16.82	1.12	0.06	1.15	-	207.29
Veracruz	833.46	46.68	7.43	81.89	9.70	3.02	0.68	982.86
Total/Producto	3,990.49	167.94	53.09	87.08	82.83	88.77	132.41	4,602.60

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Cuadro 30. Valor de la producción forestal por grupo de productos para la Región 2 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Guerrero	1,823.63	21.41	1.27	4.26	5.97	10.93	0.80	1,868.28
Jalisco	4,388.47	219.32	0.12	8.20	40.66	168.71	0.12	4,825.61
Michoacán	4,567.77	277.32	936.17	42.41	46.03	27.68	3.26	5,900.63
Oaxaca	3,508.17	374.57	242.88	7.45	33.82	5.14	5.02	4,177.04
Tamaulipas	71.42	6.05	-	82.02	1.29	201.23	4.63	366.62
Total/Producto	14,359.46	898.68	1,180.44	144.33	127.77	413.69	13.82	17,138.19

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Cuadro 31. Valor de la producción forestal por grupo de productos para la Región 3 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Estado de México	1,785.79	152.84	0.57	3.46	52.51	18.30	-	2,013.48
Guanajuato	9.46	2.89	-	1.84	19.54	77.45	-	111.18
Nayarit	183.34	-	-	15.91	0.09	10.56	-	209.88
Quintana Roo	619.78	0.38	253.55	34.53	0.05	-	24.32	932.60
Total/Producto	2,598.37	156.10	254.12	55.73	72.19	106.31	24.32	3,267.15

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Cuadro 32. Valor de la producción forestal por grupo de productos para la Región 4 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Aguascalientes	0.14	-	-	1.17	26.39	0.03	-	27.73
Baja California	6.53	-	-	0.10	1.85	1.80	-	10.29
Coahuila	22.75	-	-	5.17	3.97	9.42	-	41.31
Colima	39.14	-	-	1.53	0.85	5.24	-	46.76
Chihuahua	10,140.98	1,167.38	481.78	148.82	13.61	3.58	-	11,956.15
Distrito Federal	24.28	22.34	-	0.00	1.74	0.00	-	48.37
Durango	13,230.71	629.31	1,414.09	434.40	85.47	140.76	972.66	16,907.41
Hidalgo	584.45	33.47	-	3.54	12.70	5.98	0.11	640.25
Querétaro	20.38	0.57	-	0.82	4.05	6.41	-	32.24
San Luís Potosí	67.93	6.13	0.60	1.32	1.27	8.57	51.63	137.46
Sinaloa	338.39	-	-	45.05	1.50	0.20	-	385.15
Tlaxcala	212.68	0.27	-	0.34	4.08	0.16	-	217.53
Yucatán	54.04	-	19.34	18.28	6.79	16.36	-	114.80
Zacatecas	74.93	9.52	-	7.60	6.87	9.54	-	108.44
Total/Producto	24,817.33	1,869.00	1,915.82	668.15	171.15	208.05	1,024.40	30,673.88

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Cuadro 33. Valor de la producción forestal por grupo de productos para la Región 5 (Valor en millones de pesos, Año base 2004, periodo 1995-2004).

Estados	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay	Postes, pilotes y morillos	Leña	Carbón	Durmientes	Total/Estado
Baja California Sur	0.00	-	-	1.89	0.16	42.20	-	44.25
Morelos	6.63	0.36	-	-	0.29	-	-	7.29
Nuevo León	135.40	-	-	17.02	1.13	31.84	1.47	186.87
Sonora	261.06	18.01	0.06	0.20	18.53	277.06	-	574.93
Total/Producto	403.10	18.38	0.06	19.11	20.12	351.10	1.47	813.34

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

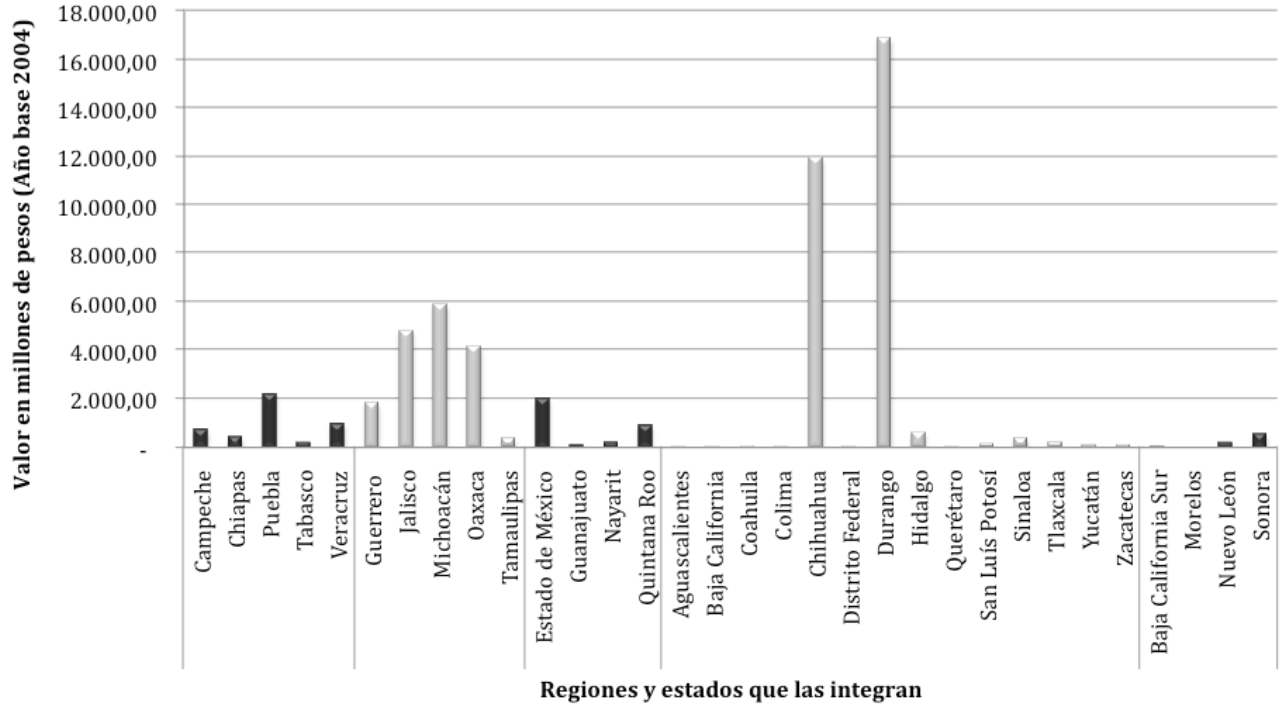


Figura 55. Participación estatal en el valor de la producción forestal maderable (Periodo 1995-2004).
Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

De manera resumida, el Cuadro 34 muestra el valor de la producción forestal maderable por región en donde ocurren las plantaciones.

Región	Valor en millones de pesos (Año base 2004)
1	4,602.60
2	17,138.19
3	3,267.15
4	30,673.88
5	813.34

Cuadro 34. Valor de la producción forestal maderable por Regiones (Periodo 1995-2004 en millones de pesos, año base 2004).

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

El Cuadro 34 muestra que la Región 4 presenta el mayor valor de la producción acumulado (30 mil millones de pesos), ya que en ella se encuentran los estados productores forestales por excelencia de madera para "Escuadría" (Chihuahua y Durango), materia prima que en el año 2004 tuvo un precio mayor promedio de $1,187.19 por m3 rollo, en comparación con el valor promedio de otros productos ($245.25/m3r para celulósicos, $1,150.86/m3r para chapa y triplay, $539.11/ m3r para postes, pilotes y morillos, $245.23/m3r para leña, $483.63/m3r para carbón y 677.17/m3r para durmientes). Contrariamente ocurre con la superficie de plantaciones establecida en estos estados, ya que cuentan con el menor número de hectáreas de PFC (entre 20 y 1000 ha).

Sigue en importancia la Región 2 con alrededor de 17 mil millones de pesos; a la cual le corresponde el segundo lugar en cuanto a superficie de plantaciones establecida (entre 2000 y 5000 ha).

Por su parte la Región 1, con una aportación aproximadamente de 4,600 millones de pesos en el periodo analizado, ocupa el primer nivel en el establecimiento de plantaciones comerciales, con más de 5000 ha.
La Regiones 3 y 5 aportaron alrededor de 3 mil y 800 millones de pesos, respectivamente. De manera comparativa, la superficie establecida de plantaciones para ambas regiones está entre 1000 y 2000 ha para la Región 3 y no se reporta alguna superficie establecida para la Región 5.

Las Figura 56 muestra la distribución por regiones de México del valor de la producción forestal maderable acumulada para el periodo 1995-2004.

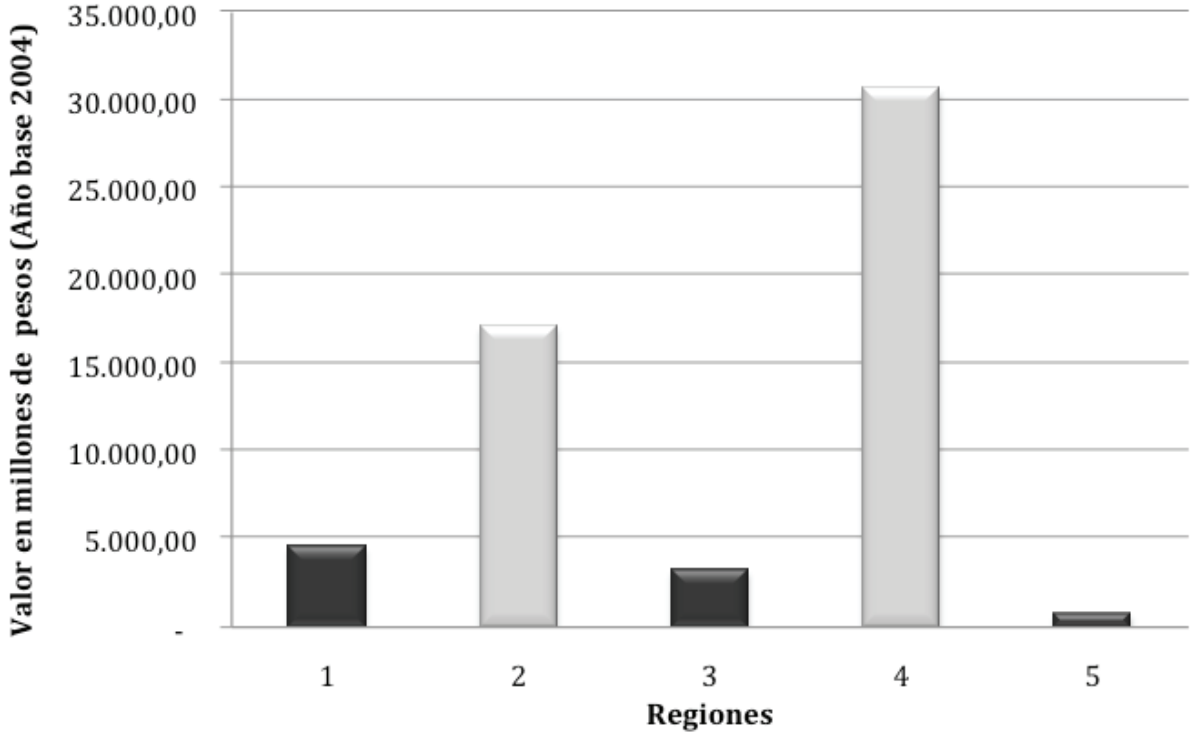


Figura 56. Valor de la producción forestal maderable por Regiones (Periodo 1995-2004).
Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios SEMARNAT y PRODEPLAN.

Balanza comercial

La balanza comercial a nivel nacional para el periodo 1996 a 2004 se presenta en el Cuadro 35. Respecto al volumen de las importaciones y exportaciones de productos forestales, éstas se engloban en dos categorías, los productos maderables y los celulósicos, provenientes del bosque nativo. En el quinquenio 1996-2000 el saldo de la balanza comercial promedio fue de -5.585 millones de m3/año. En el periodo 2001-2004, el saldo deficitario aumentó considerablemente, promediando -16.123 millones de m3/año. El promedio en la balanza comercial en todo el periodo fue de -10,269 millones de m3/año. La producción nacional, que cubrió el 61% del consumo aparente en 1996, solo alcanzó a atender el 39% de lo consumido en 2004.

Las importaciones, facilitadas por la apertura comercial derivada del TLC, son la causa aparente del aumento en el consumo de productos forestales. Pero muy probable para el caso de las escuadrías, esto sea resultado de la sustitución de una parte importante de la producción no autorizada, que no estaba registrada en las estadísticas, por productos importados que sí son registrados. Este no es el caso de los tableros, donde el aumento de las importaciones refleja un aumento real de la demanda efectiva.

Cuadro 35. Volumen de importaciones y exportaciones de Productos Forestales durante el periodo 1996-2004 (Metros cúbicos rollo).

Año	Rubro	Exportación	Importación	Saldo	Total
1996	Maderables	648,714.00	1,193,622.00	- 544,908.00	- 4,314,737.00
	Celulósicos	170,839.00	3,940,668.00	- 3,769,829.00	
1997	Maderables	600,341.00	1,447,071.00	- 846,730.00	- 5,625,497.00
	Celulósicos	93,971.00	4,872,738.00	- 4,778,767.00	
1998	Maderables	430,030.00	2,123,424.00	- 1,693,394.00	- 6,199,162.00
	Celulósicos	87,478.00	4,593,246.00	- 4,505,768.00	
1999	Maderables	516,687.00	1,765,052.00	- 1,248,365.00	- 5,875,860.00
	Celulósicos	89,773.00	4,717,268.00	- 4,627,495.00	
2000	Maderables	440,341.00	2,075,964.00	- 1,635,623.00	- 5,914,050.00
	Celulósicos	162,489.00	4,440,916.00	- 4,278,427.00	
2001	Maderables	361,966.00	3,713,435.00	- 3,351,469.00	- 8,541,452.00
	Celulósicos	111,579.00	5,301,562.00	- 5,189,983.00	
2002	Maderables	322,275.00	14,637,747.00	- 14,315,472.00	- 20,007,289.00
	Celulósicos	122,498.00	5,814,315.00	- 5,691,817.00	
2003	Maderables	1,874,929.00	16,876,583.00	- 15,001,654.00	- 20,534,602.00
	Celulósicos	219,549.00	5,752,497.00	- 5,532,948.00	
2004	Maderables	2,339,151.00	11,703,972.00	- 9,364,821.00	- 15,410,572.00
	Celulósicos	429,879.00	6,475,630.00	- 6,045,751.00	

Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996- 2004).

En el Cuadro 35 se aprecia la tendencia negativa de la balanza comercial de productos forestales tanto en la categoría de maderables como celulósicos dando como resultado el incremento negativo de los totales para cada año consultado; apreciándose una recuperación importante, aunque todavía en déficit, en el año 2004, en relación a los años 2002 y 2003, los cuales manifestaron el mayor déficit en el periodo analizado. Lo anterior, se puede observar con mayor claridad al indicar la tendencia en las Figuras 57 y 58.

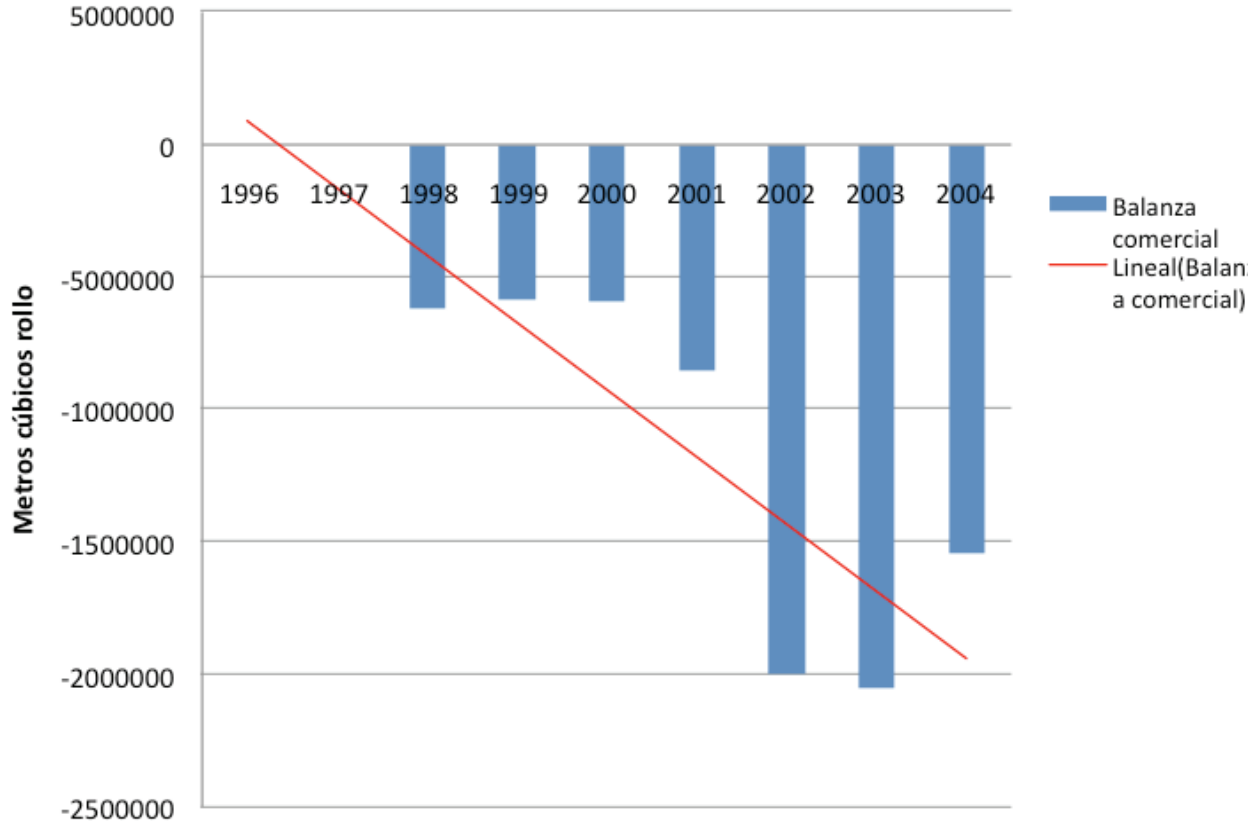


Figura 57. Comportamiento de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (Volumen en metros cúbicos rollo). Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996-2004).

Con base a los valores de la balanza comercial reportados para el periodo 1996-2004, se generó una proyección sobre la tendencia esperada en la balanza comercial hacia el año 2025.

La Figura 57 muestra el comportamiento de la balanza comercial de productos forestales, con base a los valores reportados, en ella se observa una tendencia negativa al proyectarse hacia el año 2025, propiciado por los esquemas de importaciones y sin el logro de aumentar la producción nacional con miras de cubrir las necesidades del mercado interno. Se nota una importante disminución en el volumen importado en el 2004 pero se requiere un esfuerzo mayor y sostenido para revertir la tendencia observada.

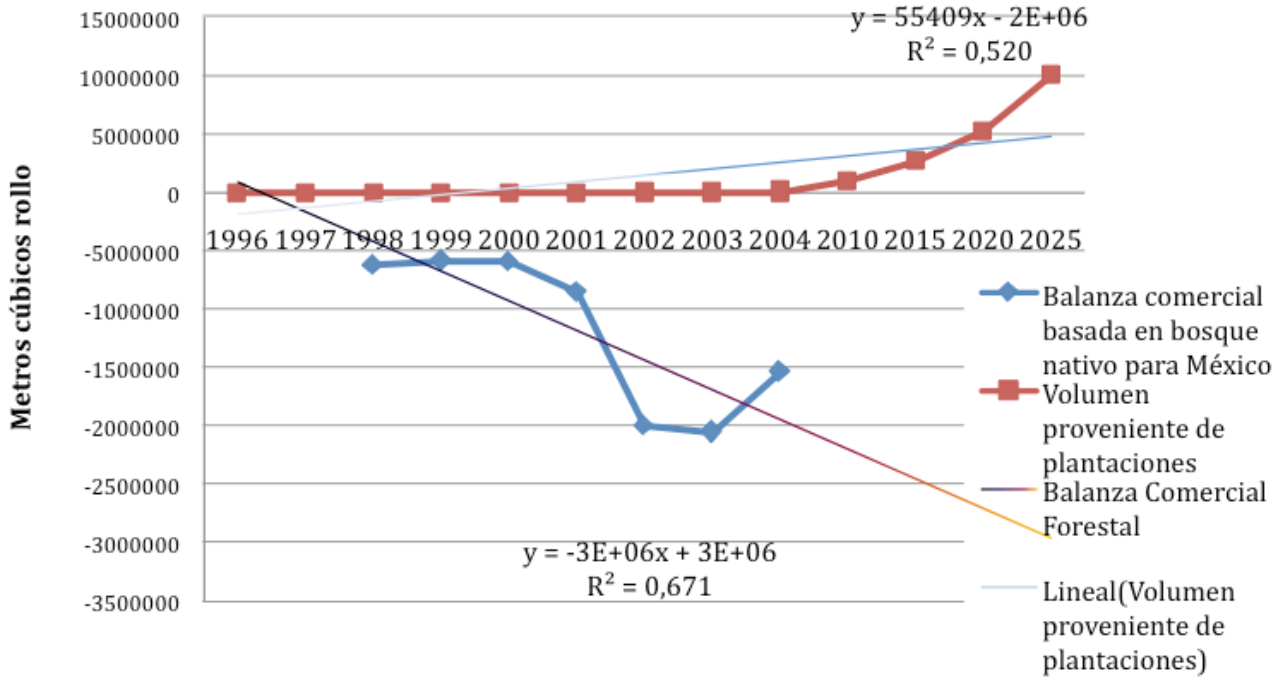


Figura 58. Comportamiento de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (metros cúbicos rollo) y tendencia hacia 2025. Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996-2004).

Respecto al valor de la balanza comercial reportada para el periodo de 1996-2004, el Cuadro 36 muestra los valores de los dos grupos de productos: maderables y los celulósicos. En donde se observa la tendencia negativa de la balanza comercial de productos forestales tanto en la categoría de maderables (con solamente el año 1996 con saldo positivo) y celulósicos dando como resultado el incremento negativo de los totales para cada año.

La Figura 59 muestra la tendencia en el comportamiento de la balanza comercial para el periodo 1996-2004, en donde se observa el crecimiento negativo de los valores de la balanza comercial hasta alcanzar un valor de aproximadamente de -1,500 millones de dólares en el año 2004.

Cuadro 36. Valor de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (miles de dólares).

Año	Rubro	Exportación	Importación	Saldo	Total
1996	Maderables	236,466.00	119,178.00	117,288.00	- 246,407.00
	Celulósicos	12,907.00	376,602.00	- 363,695.00	
1997	Maderables	600,341.00	1,447,071.00	- 846,730.00	- 333,783.00
	Celulósicos	93,971.00	4,872,738.00	- 4,778,767.00	
1998	Maderables	211,517.00	216,602.00	- 5,085.00	- 404,036.00
	Celulósicos	4,648.00	403,599.00	- 398,951.00	
1999	Maderables	219,031.00	273,245.00	- 54,214.00	- 497,295.00
	Celulósicos	3,523.00	446,604.00	- 443,081.00	
2000	Maderables	152,029.00	416,811.00	- 264,782.00	- 806,217.00
	Celulósicos	11,122.00	552,557.00	- 541,435.00	
2001	Maderables	110,440.00	482,129.00	- 371,689.00	- 853,211.00
	Celulósicos	3,277.00	484,799.00	- 481,522.00	
2002	Maderables	89,704.00	562,510.00	- 472,806.00	- 1,011,138.00
	Celulósicos	4,309.00	542,641.00	- 538,332.00	
2003	Maderables	331,981.00	989,536.00	- 657,555.00	- 1,224,692.00
	Celulósicos	24,798.00	591,935.00	- 567,137.00	
2004	Maderables	383,606.00	1,177,058.00	- 793,452.00	- 1,481,702.00
	Celulósicos	26,074.00	714,324.00	- 688,250.00	

Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996- 2004).

Por otro lado, la Figura 60 muestra la tendencia esperada hacia el año 2025 en el valor de la balanza comercial. En la gráfica se muestra el comportamiento de la balanza comercial de productos forestales y se nota que su comportamiento, al proyectarse hacia el año 2025, continúe con saldos negativos de seguir con los esquemas de importaciones tan altos y sin lograr aumentar la producción nacional.

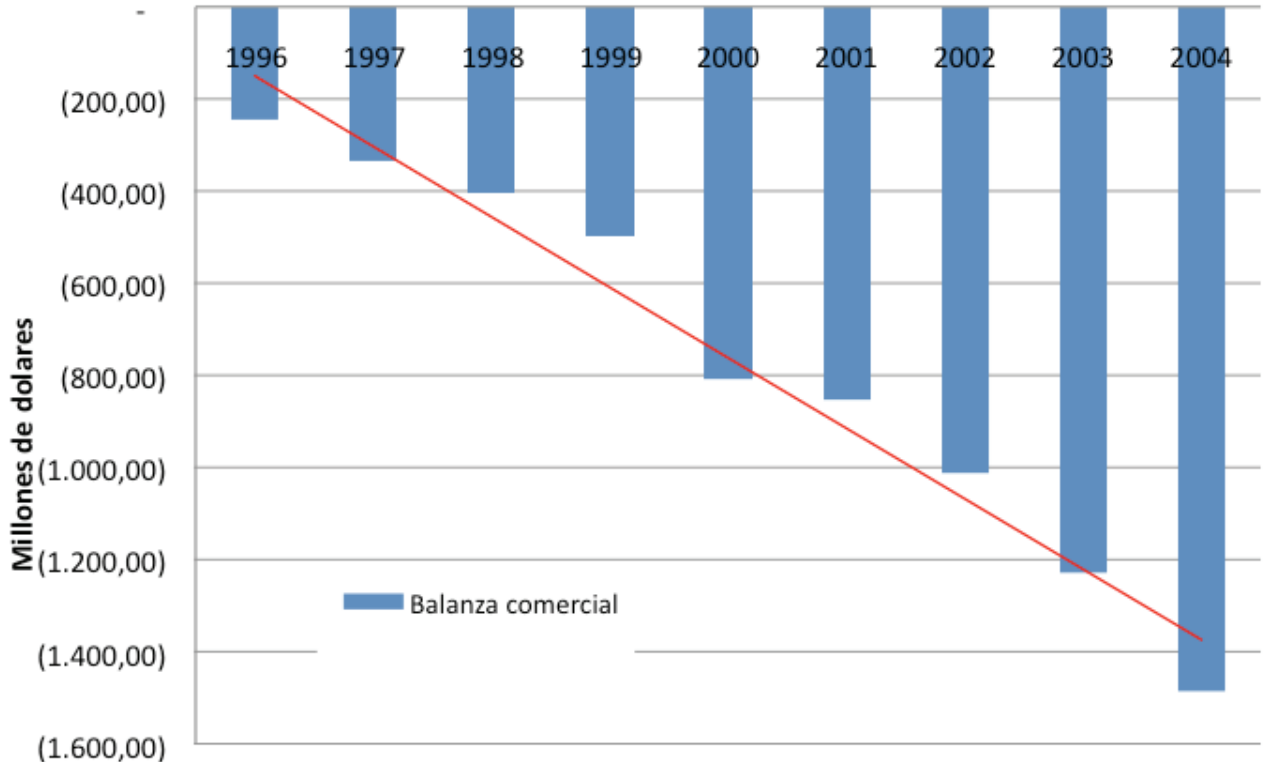


Figura 59. Comportamiento de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (Millones de dólares). Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996-2004).

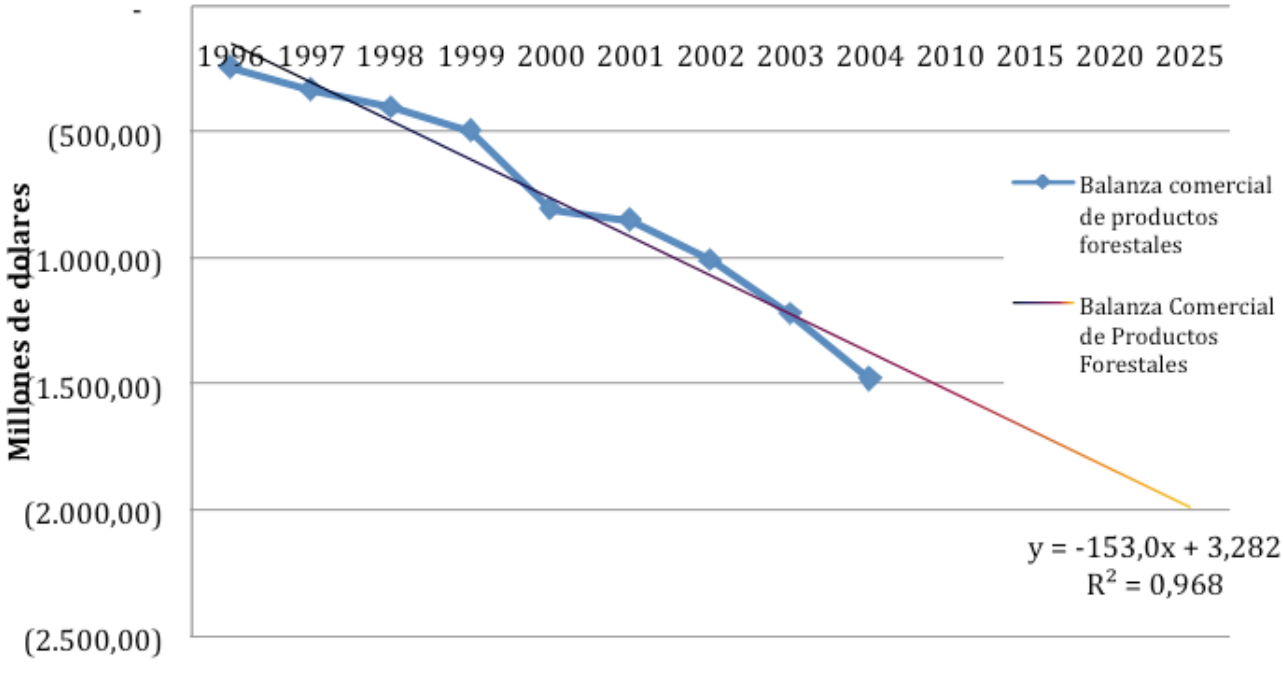
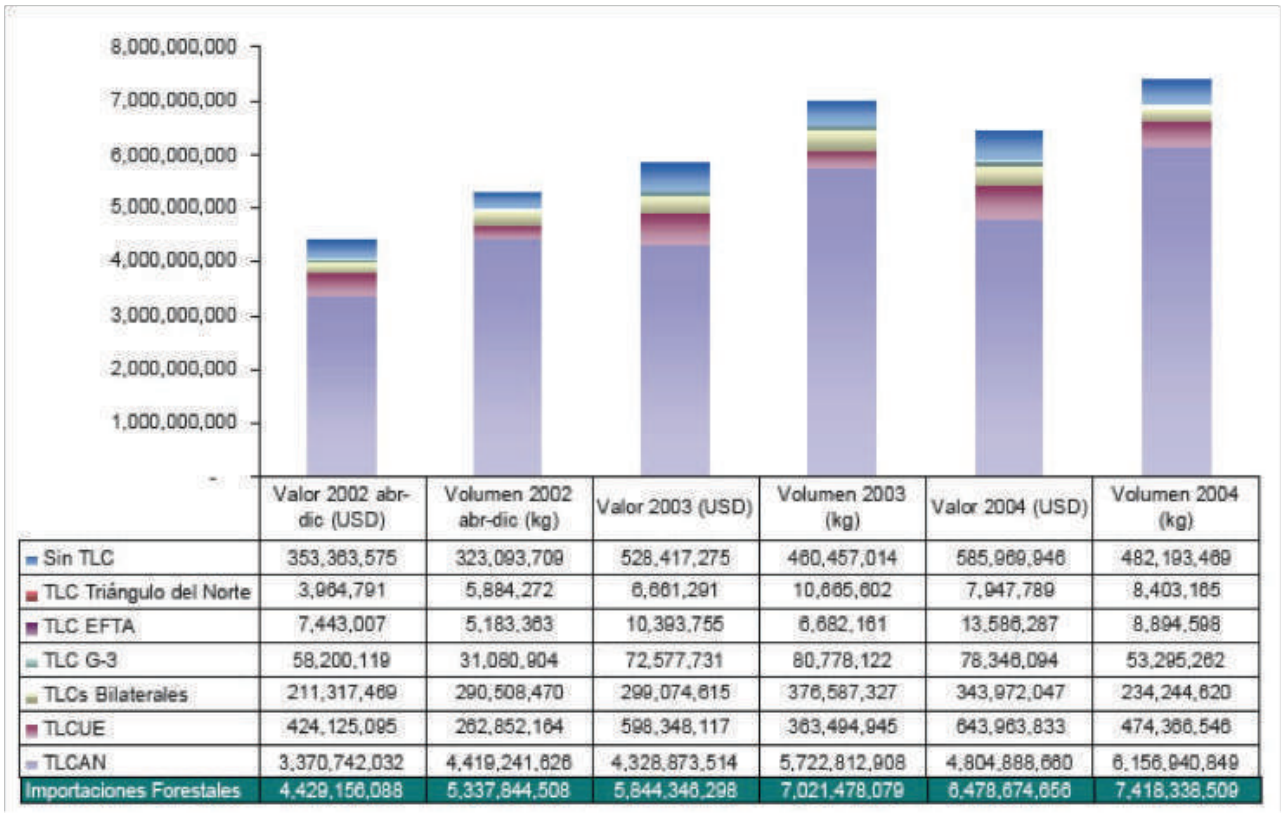


Figura 60. Comportamiento de la balanza comercial de productos forestales durante el periodo 1996-2004 (Millones de dólares) y tendencia hacia 2025. Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996-2004).

El monto de importaciones forestales de México provenientes de todo el mundo, se encuentra en su gran mayoría dirigido por el comportamiento de importaciones del mercado del TLCAN (75%).

La tasa de crecimiento anual del periodo 2003-2004 es de 10.8%, lo cual muestra un crecimiento considerable del monto total de importaciones, de las cuales una gran parte son para consumo interno. El comportamiento de las importaciones forestales de México de 2002-2004 se muestra en la Figura 61.



	Valor 2002 abr-dic (USD)	Volumen 2002 abr-dic (kg)	Valor 2003 (USD)	Volumen 2003 (kg)	Valor 2004 (USD)	Volumen 2004 (kg)
Sin TLC	353,383,575	323,093,709	528,417,275	460,457,014	585,969,946	482,193,469
TLC Triángulo del Norte	3,964,791	5,884,272	6,661,291	10,665,602	7,947,789	8,403,165
TLC EFTA	7,443,007	5,183,363	10,393,755	6,682,161	13,586,287	8,894,598
TLC G-3	58,200,119	31,080,904	72,577,731	80,778,122	78,346,094	53,295,262
TLCs Bilaterales	211,317,469	290,508,470	299,074,615	376,587,327	343,972,047	234,244,620
TLCUE	424,125,095	262,852,164	598,348,117	363,494,945	643,963,833	474,366,546
TLCAN	3,370,742,032	4,419,241,626	4,328,873,514	5,722,812,908	4,804,888,660	6,156,940,849
Importaciones Forestales	4,429,156,088	5,337,844,508	5,844,346,298	7,021,478,079	6,478,674,656	7,418,338,509

Figura 61. Comportamiento de las importaciones Forestales de México de 2002-2004.
Fuente: SEMARNAT. Diagnóstico del Comercio Internacional Forestal de México.

Las importaciones forestales mexicanas provienen en gran parte de mercados con un mayor desarrollo de sus sectores forestales:

- Casi 3/4 partes de las importaciones totales provienen de los países del TLCAN.
- México importa cerca del 10% de productos provenientes de la Unión Europea.
- Los TLC's bilaterales son una fuente importante de productos forestales, con un 5.1% del total de importaciones encabezados por Chile y Japón.
- El resto de los países, incluyendo los bloques EFTA, G3 y Triángulo del Norte, representan el 10.4% del total de las importaciones forestales.

La importación de productos forestales provenientes de todo el mundo se pueden clasificar en dos diferentes usos:

- Materias primas de alto valor agregado para su posterior transformación.
- Productos de alto valor agregado que las industrias locales no son capaces de producir.

El subsector forestal de mayor importación son papel, cartón y manufacturas de pastas forestales; en gran parte, debido a que muchos de ellos son elementos clave para el desarrollo del comercio general como empaques, cajas, bolsas, etiquetas.

El subsector que también afecta de manera significativa el comercio forestal total mexicano por sus altos grados de importación, es el de pastas forestales y desperdicios de papel o cartón, ya que en México no existe una industria capaz de desarrollar estos productos de forma competitiva, importando materias primas para su transformación.

Los 20 productos forestales que México más importa representan el 50.7% del total de las importaciones forestales (Cuadro 37).

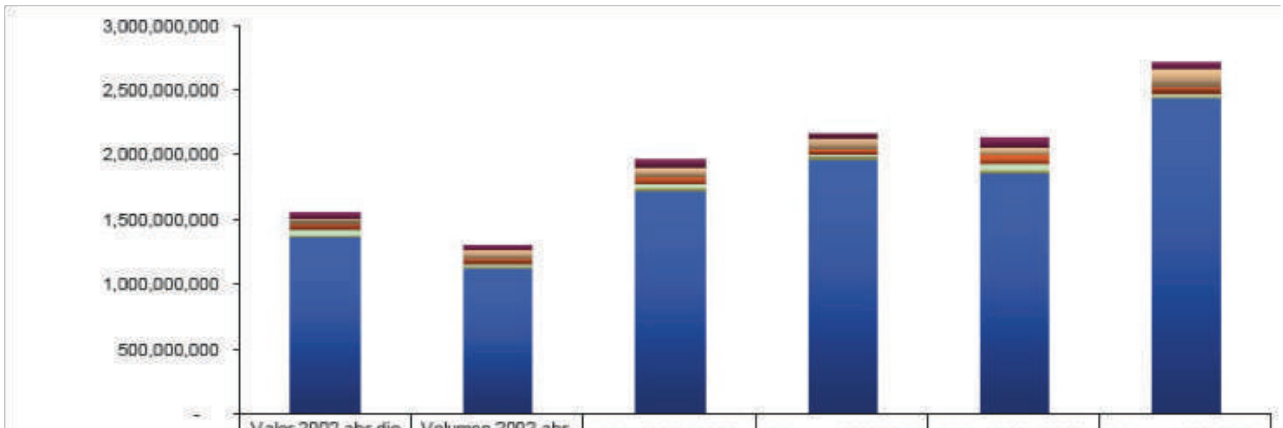
Cuadro 37. Productos más importados por México.

	Fracción	Descripción	Valor 2004 (USD)	Volumen 2004 (kg)	Valor 2002-2004 (USD)	Volumen 2002-2004 (kg)	% (2002-2004)
		Importaciones Totales	6,478,674,656	7,418,338,509	16,752,177,042	19,777,661,096	100.0%
1	4819.10.01	Cajas de papel o cartón corrugado	733,106,107	581,483,245	1,911,492,510	1,639,159,232	11.4%
2	4703.21.01	Pasta química de madera al sulfato de coníferas	270,353,748	482,870,216	672,936,197	1,281,454,486	4.0%
3	4821.10.01	Etiquetas impresas de todas las clases	204,843,767	44,464,597	578,899,207	112,174,860	3.5%
4	4407.10.02	Madera aserrada o debastada longitudinalmente de coníferas en tablas, tablones o vigas, excepto la 44071001	231,020,862	2,080,537	533,985,111	13,628,350	3.2%
5	4823.90.99	Los demás arrtículos de papel, cartón, guata, celulosa, etc	199,644,341	122,104,862	508,354,759	328,146,710	3.0%
6	4804.11.01	Papel y cartón Kraft, Crudos, sin estucar ni recubrir	203,254,555	449,382,683	490,586,552	1,160,620,485	2.9%
7	4901.99.04	Los demás libros impresos en español	161,400,887	74,012,791	457,594,952	231,374,060	2.7%
8	4819.20.99	Los demás cajas y cartones, plegables, de papel o cartón sin corrugar	182,341,338	67,954,930	438,893,382	168,096,051	2.6%
9	4703.29.01	Pasta química de madera al sulfato distinta de las coníferas	134,478,196	278,099,312	331,833,587	728,549,783	2.0%
10	4911.10.99	Los demás impresos publicitarios, catálogos comerciales y similares	115,211,048	44,006,948	311,779,925	111,157,532	1.9%
11	4808.10.01	Papel y cartón corrugados, incluso perforados	106,483,296	124,954,705	261,671,526	306,605,425	1.6%
12	4821.90.99	Las demás etiquetas de papel o cartón	82,820,452	11,181,140	252,375,818	206,668,317	1.5%
13	4801.00.01	Papel prensa en bobinas (rollos) o en hojas	89,203,050	171,685,680	250,814,619	534,657,501	1.5%
14	4901.99.06	Los demás libros impresos en español	92,287,838	66,167,552	231,795,971	139,789,804	1.4%
15	4412.19.01	Las demás maderas contrachapada, chapada y estratificada de coníferas denominada "plywood"	88,126,635	135,998,149	228,115,820	392,093,436	1.4%
16	4707.30.01	Papel o cartón obtenido a partir de pasta mecánica	76,996,123	441,249,921	215,221,137	1,288,246,528	1.3%
17	4810.29.01	Los demás papeles cuché o tipo cuché, blancos o de color para impresión fina, con peso > a 72 g/m2	82,932,979	97,356,087	212,605,665	253,610,626	1.3%
18	4810.32.01	Papel y cartón estucados con caolín, blanqueados uniformemente en la masa, con fibras de madera obtenidas por procesos químicos > al 95%, de peso > a 150 g/m2	91,299,540	117,616,551	206,624,672	263,605,228	1.2%
19	4412.13.01	Madera chapada, contrachapada o estratificada con una o caras externas de maderas tropicales	89,192,593	121,914,551	205,750,970	312,389,711	1.2%
20	4803.00.99	Los demás papeles utilizados para papel higiénico, toallitas para desmaquillar, toallas, servilletas o similares de uso doméstico	73,363,813	74,083,185	193,814,478	193,483,214	1.2%
		Resto de Fracciones	3,170,313,488	3,909,670,867	8,257,030,184	10,112,149,757	49.3%

Fuente: SEMARNAT. Diagnóstico del Comercio Internacional Forestal de México

Respecto a las exportaciones, existe una alta dependencia de las exportaciones forestales mexicanas con un solo mercado, el TLCAN con un 86.6% de los más de 2,148 millones de dólares en 2004, dejando sin abastecer otros mercados internacionales de importancia. El comportamiento de las exportaciones Forestales de México de 2002-2004 se muestra en la Figura 62.

El sector forestal mexicano se especializa en productos de un valor agregado medio-bajo, medio y medio-alto; es decir, son productos que requieren ser sometidos a ciertos procesos industriales, pero sin requerir tecnologías muy avanzadas para su desarrollo, y que van dirigidos a mercados que no exigen estándares muy altos de especialización y calidad (pañales, cajas de cartón, clasificadores o carpetas).



	Valor 2002 abr-dic (USD)	Volumen 2002 abr-dic (kg)	Valor 2003 (USD)	Volumen 2003 (kg)	Valor 2004 (USD)	Volumen 2004 (kg)
Países sin TLC	55,177,297	49,312,294	78,248,190	31,317,413	83,571,366	53,754,627
TLC EFTA	132,733	35,214	201,000	12,425	304,178	114,065
TLC Triángulo del Norte	44,383,184	77,714,174	57,194,747	100,136,176	67,996,015	151,834,589
TLC Bilaterales	37,311,658	34,538,010	55,340,992	40,190,860	57,123,652	45,191,109
TLC G-3	40,849,640	11,535,485	37,752,855	12,075,657	46,009,060	17,377,000
TLCUE	28,569,240	15,181,089	34,326,934	20,388,943	37,732,746	17,827,087
TLCAN	1,358,870,170	1,131,459,406	1,717,050,895	1,967,215,204	1,855,306,667	2,440,863,031
Exportaciones totales	1,565,093,922	1,319,775,672	1,980,115,613	2,171,336,678	2,148,043,684	2,726,961,508

Figura 62. Comportamiento de las exportaciones Forestales de México de 2002-2004.

Para la industria mueblera, que representa 1/5 de las exportaciones forestales mexicanas, los cambios en las exigencias de los mercados internacionales hacia productos de origen sustentable, serán claves para la supervivencia de la industria mexicana ante la competitividad mundial.

La fortaleza del Sector Forestal Mexicano Maderero se basa en 4 principales sub-sectores:

- En primer lugar, el Capítulo 48 (Papel, cartón y manufacturas forestales), con el 49.2% de las exportaciones.
- Capítulo 44 (Madera, carbón y manufacturas de madera), con el 17.3% de las exportaciones
- Capítulo 94 de Muebles de madera (16.9%)
- Productos editoriales y manuscritos (capítulo 49), con el 14.7% del total de las exportaciones. El resto de los sub-sectores son prácticamente imperceptibles y no son competitivos a nivel internacional, o no existen en México.

Los 20 principales productos forestales de exportación mexicana, representan el 69.6% del total de las exportaciones forestales (Cuadro 38).

Cuadro 38. Productos más importados por México.

	Fracción	Descripción	Valor 2004 (USD)	Volumen 2004 (kg)	Valor 2002-2004 (USD)	Volumen 2002-2004 (kg)	% (2002-2004)
		Exportaciones Totales	2,148,043,684	2,726,961,508	5,693,253,219	6,218,073,858	100.0%
1	4818.40.01	Pañales	310,967,694	1,297,915,324	710,067,778	2,599,540,092	12.5%
2	9403.60.99	Los demás muebles de madera	160,224,259	2,282,677	509,246,846	7,092,636	8.9%
3	9403.50.01	Muebles de madera para dormitorios	103,248,696	1,026,858	312,807,754	4,793,731	5.5%
4	4820.30.01	Clasificadores, carpetas, y cubiertas para documentos	97,152,324	37,173,883	263,349,922	95,291,358	4.6%
5	4421.90.99	Las demás manufacturas de madera	77,423,639	27,684,653	182,431,408	58,378,535	3.2%
6	4414.00.01	Marcos de madera para fotografías, cuadros y usos similares	58,481,953	22,916,654	180,402,224	86,853,139	3.2%
7	4819.10.01	Cajas de Papel o cartón corrugado	54,307,276	68,878,420	171,502,362	173,201,226	3.0%
8	4823.90.99	Los demás artículos de papel, guata, cartón, celulosa, etc	56,271,792	25,440,126	166,454,087	80,646,294	2.9%
9	4803.00.99	Los demás papeles de uso doméstico para la higiene de guata, napa, estampados.	53,807,813	67,518,011	163,069,871	209,447,202	2.9%
10	4911.10.99	Los demás impresos publicitarios, catálogos comerciales y similares	60,435,750	17,798,739	152,033,963	44,054,644	2.7%
11	4818.90.99	Los demás papeles usados para fines sanitarios	44,131,410	7,305,110	151,467,496	19,500,509	2.7%
12	4409.10.01	Listones y molduras de madera para muebles, marcos, interiores, conducciones eléctricas, etc	65,389,631	9,096,547	140,517,460	24,727,697	2.5%
13	4901.99.99	Los demás libros e impresos	42,397,328	170,181,580	127,305,991	551,854,473	2.2%
14	4818.20.01	Pañuelos, toallitas de desmaquillar y toallas	56,419,433	44,599,758	126,184,853	101,493,731	2.2%
15	4418.20.01	Puertas y sus marcos, contramarcos y umbrales	38,854,315	11,461,827	105,863,355	29,651,210	1.9%
16	4821.90.99	Las demás etiquetas de papel o cartón	49,581,955	11,930,906	105,583,997	25,074,375	1.9%
17	4909.00.01	Tarjetas impresas o ilustradas, con adornos o con sobres	39,077,802	4,372,683	96,927,354	10,628,921	1.7%
18	4901.99.04	Los demás libros impresos en español	31,486,713	9,724,766	89,889,039	22,245,565	1.6%
19	9403.30.01	Muebles de Madera para Oficinas	29,582,723	336,300	74,896,278	854,666	1.3%
20	4818.40.99	Los demás artículos higiénicos similares a compresas y tampones	24,799,498	9,245,595	73,651,720	24,933,839	1.3%
		Resto de Fracciones	694,001,680	880,071,091	1,789,599,461	2,047,810,015	31.4%

Fuente: SEMARNAT. Diagnóstico del Comercio Internacional Forestal de México.

Consumo aparente

El consumo aparente se define como la suma del valor en volumen de las importaciones con la producción nacional restando el volumen relacionado con las exportaciones. A continuación se presenta el consumo para las categorías siguientes: (1) Escuadría; (2) celulósicos; (3) chapa y triplay; (4) postes, pilotes y morillos; (5) leña; (6) carbón y (7) durmientes así como el comportamiento de las importaciones y exportaciones

El Cuadro 39 muestra el consumo aparente de productos forestales por grupo de productos para el periodo 1996-2004. De manera particular, el Cuadro 40 presenta el consumo nacional aparente de productos forestales maderables de 1996 al 2004. Se observa que el consumo promedio anual nacional fue de 18.186 millones de m3 durante todo el periodo (1996-2004); sin embargo, en los últimos tres años, el promedio de consumo nacional fue de 25.444 millones de m3 por año un aumento considerable del 55.5% entre ambos períodos.

Cuadro 39. Consumo aparente de productos forestales en México (Miles de m3).

Año	Madera industrial			Postes	Leña y carbón	Durmientes	Total
	Escuadría	Celulósicos	Chapa y triplay				
1996	5848.00	134.00	5029.00	0.00	148.00	0.00	11,159
1997	6638.00	436.00	5997.00	0.00	267.00	0.00	13,338
1998	7952.00	601.00	5716.00	0.00	261.00	0.00	14,530
1999	8716.00	474.00	5888.00	0.00	260.00	0.00	15,339
2000	9133.00	688.00	6005.00	0.00	489.00	0.00	16,315
2001	7010.00	6224.00	2330.00	415.00	548.00	138.00	16,665
2002	17658.00	6501.00	1323.00	380.00	498.00	314.00	26,672
2003	18188.00	6385.00	1959.00	176.00	528.00	295.00	27,532
2004	11503.00	6762.00	2933.00	395.00	394.00	141.00	22,129

Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios Forestales 1996-2004. Dirección General Forestal. SEMARNAT.

Al analizar la información del Cuadro 39 se observa que el consumo de madera industrial (escuadría, chapa y triplay, y celulosa) ha aumentado considerablemente año con año.

Cuadro 40. Consumo aparente de productos forestales por grupo de productos para el periodo 1996-2004 (Volumen en miles de metros cúbicos rollo).

Año	Concepto	Escuadría	Celulósicos	Chapa y Triplay	Postes, pilotes y morillos	Combustibles		Durmientes	Total
						Leña	Carbón		
1996	Producción nacional	5201.00	84.00	1259.00		300.00			6844.00
	Importación	1022.00	169.00	3941.00		3.00			5134.00
	Exportación	374.00	119.00	171.00		155.00			820.00
	Consumo aparente	5848.00	134.00	5029.00		148.00			11159.00
1997	Producción nacional	5822.00	274.00	1218.00		398.00			7712.00
	Importación	1177.00	267.00	4873.00		3.00			6320.00
	Exportación	361.00	105.00	94.00		134.00			694.00
	Consumo aparente	6638.00	436.00	5997.00		267.00			13338.00
1998	Producción nacional	6419.00	303.00	1210.00		399.00			8331.00
	Importación	1784.00	335.00	4593.00		4.00			6716.00
	Exportación	251.00	37.00	87.00		142.00			517.00
	Consumo aparente	7952.00	601.00	5716.00		261.00			14530.00
1999	Producción nacional	6460.00	346.00	1261.00		429.00			8497.00
	Importación	2731.00	204.00	4717.00		4.00			7656.00
	Exportación	475.00	76.00	90.00		173.00			814.00
	Consumo aparente	8716.00	474.00	5888.00		260.00			15339.00

2000	Producción nacional	6711.00	399.00	1726.00		594.00			9430.00
	Importación	2743.00	341.00	4441.00		87.00			7612.00
	Exportación	321.00	52.00	162.00		192.00			727.00
	Consumo aparente	9133.00	688.00	6005.00		489.00			16315.00
2001	Producción nacional	5556.00	1028.00	518.00	216.00	213.00	491.00	102.00	8124.00
	Importación	1589.00	5308.00	1842.00	205.00	28.00	6.00	37.00	9015.00
	Exportación	135.00	112.00	30.00	6.00	14.00	176.00	1.00	474.00
	Consumo aparente	7010.00	6224.00	2330.00	415.00	227.00	321.00	138.00	16665.00
2002	Producción nacional	4378.00	801.00	355.00	231.00	242.00	369.00	289.00	6665.00
	Importación	13364.00	5822.00	1011.00	159.00	66.00	5.00	25.00	20452.00
	Exportación	84.00	122.00	43.00	10.00	9.00	175.00	0.00	445.00
	Consumo aparente	17658.00	6501.00	1323.00	380.00	299.00	199.00	314.00	26672.00
2003	Producción nacional	4552.00	845.00	449.00	180.00	365.00	352.00	253.00	6997.00
	Importación	14966.00	5760.00	1728.00	76.00	55.00	2.00	42.00	22629.00
	Exportación	1330.00	220.00	218.00	80.00	49.00	197.00	0.00	2094.00
	Consumo aparente	18188.00	6385.00	1959.00	176.00	371.00	157.00	295.00	27532.00
2004	Producción nacional	4737.00	711.00	328.00	243.00	171.00	403.00	127.00	6719.00
	Importación	8655.00	6482.00	2767.00	193.00	65.00	2.00	17.00	18180.00
	Exportación	1889.00	430.00	161.00	41.00	59.00	187.00	2.00	2769.00
	Consumo aparente	11503.00	6762.00	2933.00	395.00	176.00	218.00	141.00	22129.00

Nota: Del año 1996 al 2000 las estadísticas contemplan solamente a 4 productos para los cálculos de consumo aparente: escuadría, tableros, celulosa y leña y carbón (unidos como una categoría) para el año 2001 al 2004 se contemplan escuadría; chapa y triplay (en lugar de tableros); celulosa; postes, pilotes y morillos; en la categoría de combustibles a la leña y al carbón como conceptos separados y por último a durmientes. Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios Forestales 1996-2004. Dirección General Forestal. SEMARNAT

El Cuadro 40 muestra que el consumo aparente fue en primer lugar la madera para escuadría, por ejemplo el consumo aparente nacional promedio de escuadría en los años 1996-2000 fue de 7.6 millones de m3, y de 13.6 millones de m3, entre 2001 y 2004, con un incremento de 55%. Asimismo, la tasa de cambio promedio en el consumo anual de escuadría para 1996-2000 fue de 0.2 millones de m3, pero ascendió a 1.4 millones de m3 del 2001 al 2004. El promedio de la tasa de cambio en el consumo anual de escuadría durante el año de 1996 al 2004 fue de 0.7 millones de m3.

Después de la escuadría, las materias primas para chapa y triplay presentaron un incremento notable. De 1996 al 2000 se registró un consumo promedio de 5.7 millones de m3 por año, mientras que en el periodo 2001- 2003 ascendió a 2.1 millones de m3; en general el consumo promedio en todo el periodo fue de 4.1 millones de m3.

El tercer producto de madera industrial -la celulosa-, también ha mostrado una tendencia al alza en el consumo aparente. De 1996 al 2000, el consumo aparente promedio anual fue de 0.4 millones de m3; sin embargo, del 2001 al 2003, el promedio alcanzó un valor de 6.4 millones de m3. El promedio en el consumo aparente en el periodo fue de 3.1 millones de m3.

Igualmente, para, el consumo promedio anual aparente de madera para leña y carbón fue de 0.3 millones de m3 durante el periodo de 1996 al 2004, el caso de la destinada para postes y durmientes entre 2001 y 2004 fue de 0.3 y 0.2 millones de m3, respectivamente.

En general, el consumo aparente de productos forestales tuvo un aumento sostenido durante el periodo de tiempo evaluado, alcanzando un valor máximo en el año 2003 y una disminución relativa en el año 2004 (Figura 60).

Con base a la información contenida en el Cuadro 40 se generó una proyección para conocer la tendencia en el consumo aparente del año 2005 al 2025. La tendencia es clara, se espera un aumento sostenido en el consumo de materias primas forestales en el país, situación que genera una importante oportunidad para los proyectos de plantaciones forestales comerciales que se están llevando a cabo en México (Figura 61).

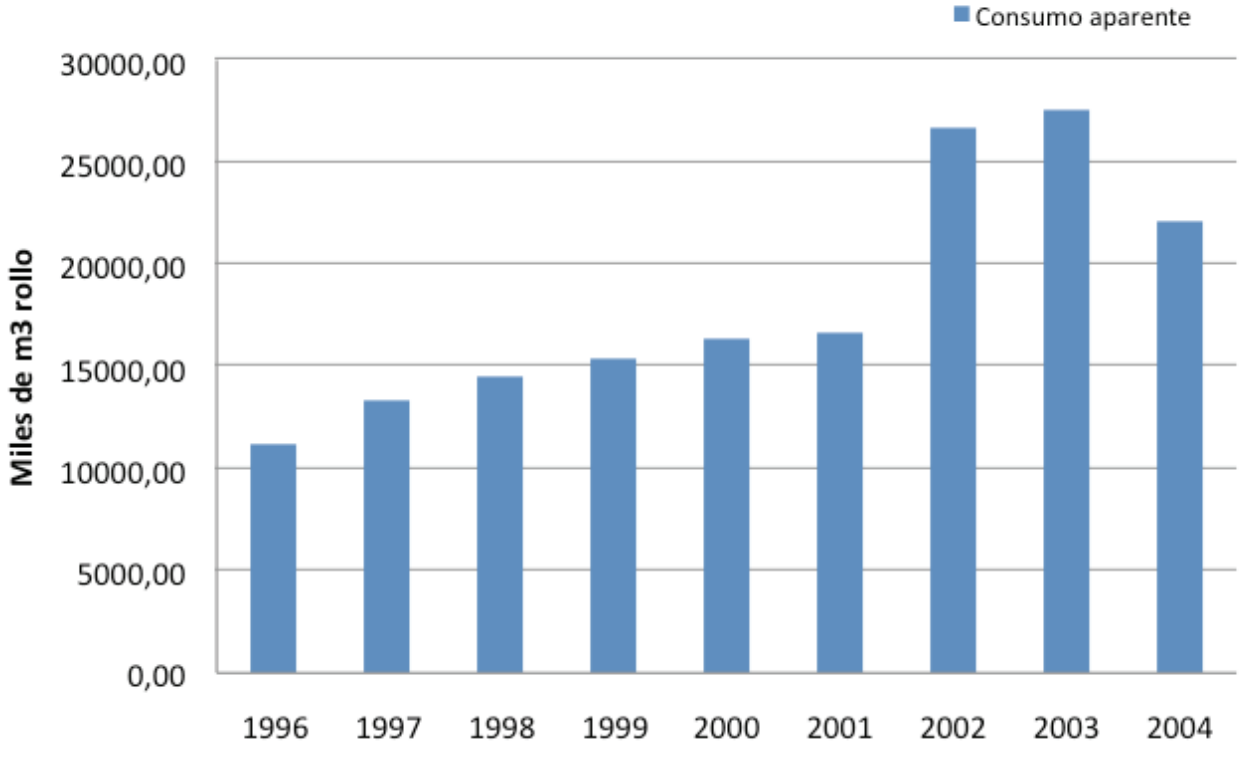


Figura 63. Consumo aparente de productos forestales: periodo 1996-2004 (Volumen en miles de metros cúbicos rollo).
Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996-2004).

El pronunciado aumento del consumo aparente se explica mejor cuando se relaciona con el aumento de la población, como lo ilustrado en las Figuras 64 y 65. En ésta se advierte que el consumo en los años 2002 al 2003 acompaña al crecimiento de la población y a un sostenido aumento del consumo "per cápita".

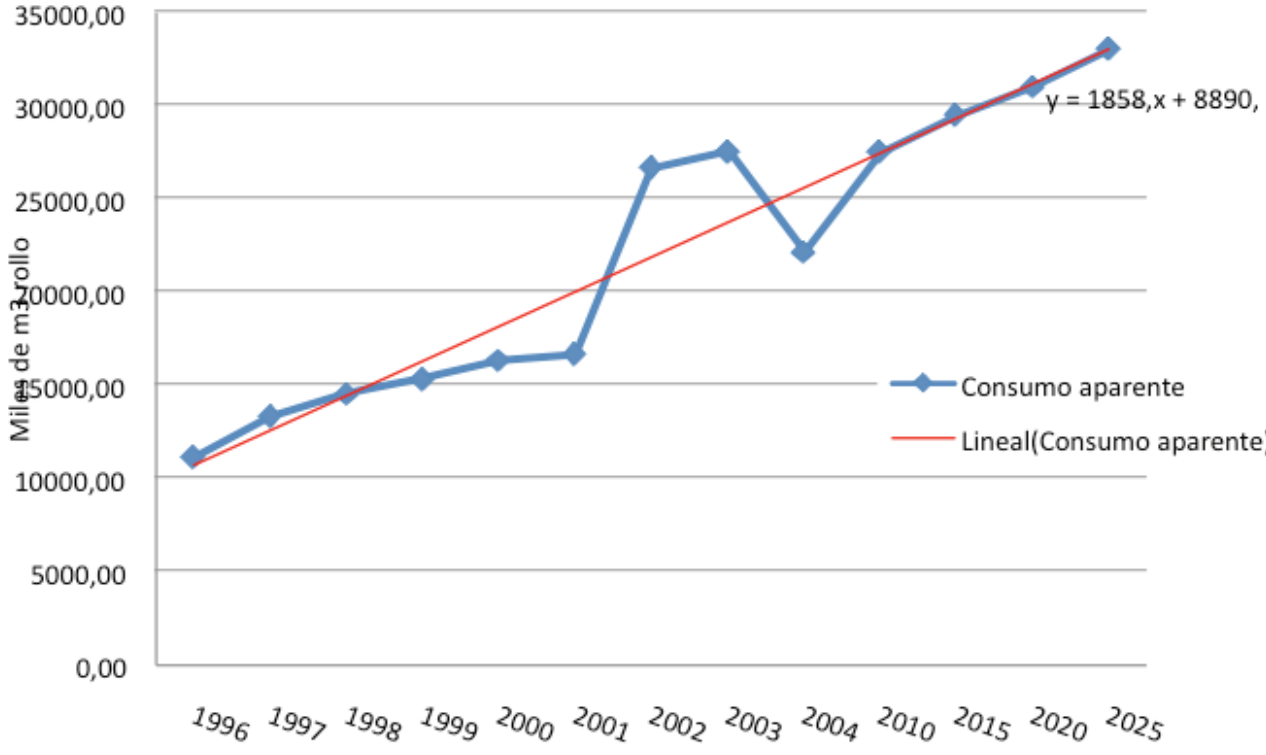


Figura 64. Consumo aparente de productos forestales: periodo 1996-2004 (Volumen en miles de metros cúbicos rollo) y tendencia hacia 2025. Fuente: De elaboración propia con datos de la serie de anuarios SEMARNAT (1996-2004).

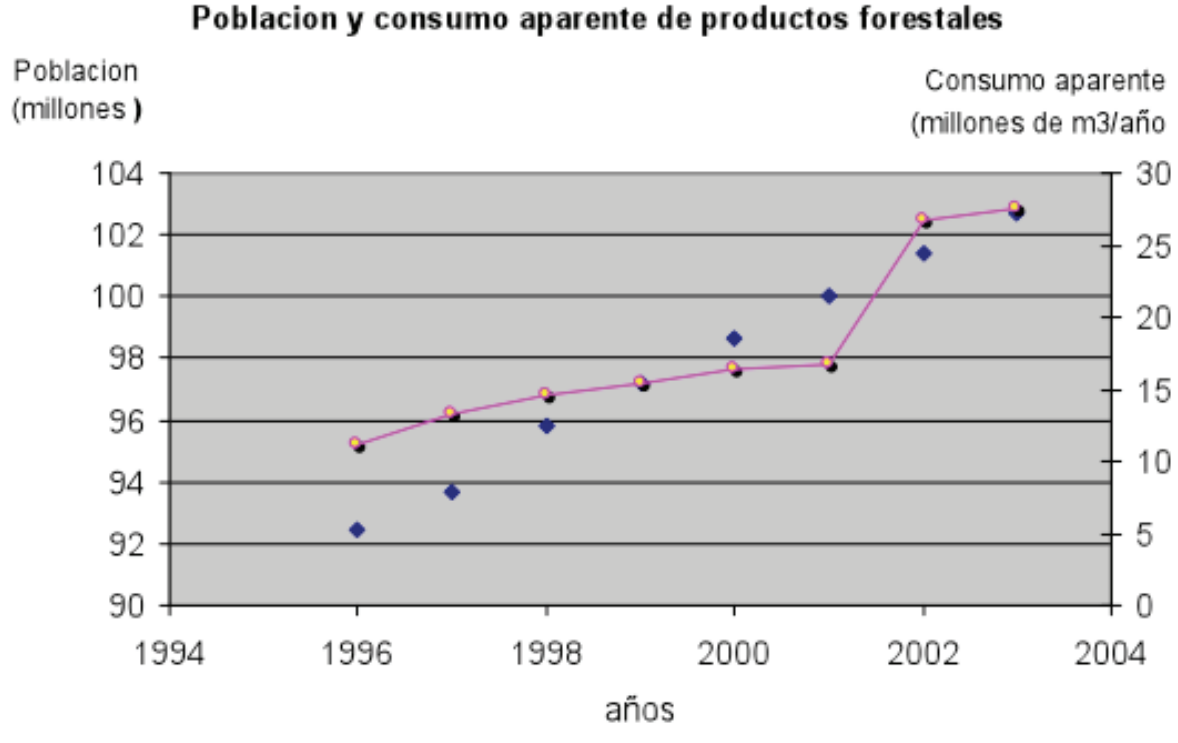


Figura 65. Evolución de la población y el consumo aparente de productos forestales.

La Figura 66 ilustra la tendencia creciente del consumo aparente "per cápita". El incremento pronunciado registrado a partir del año 2002 no puede explicarse por causas económicas o sociales, y probablemente refleja un aumento en el consumo registrado, al substituirse la producción no registrada o clandestina por las mayores importaciones verificadas a partir de ese año.

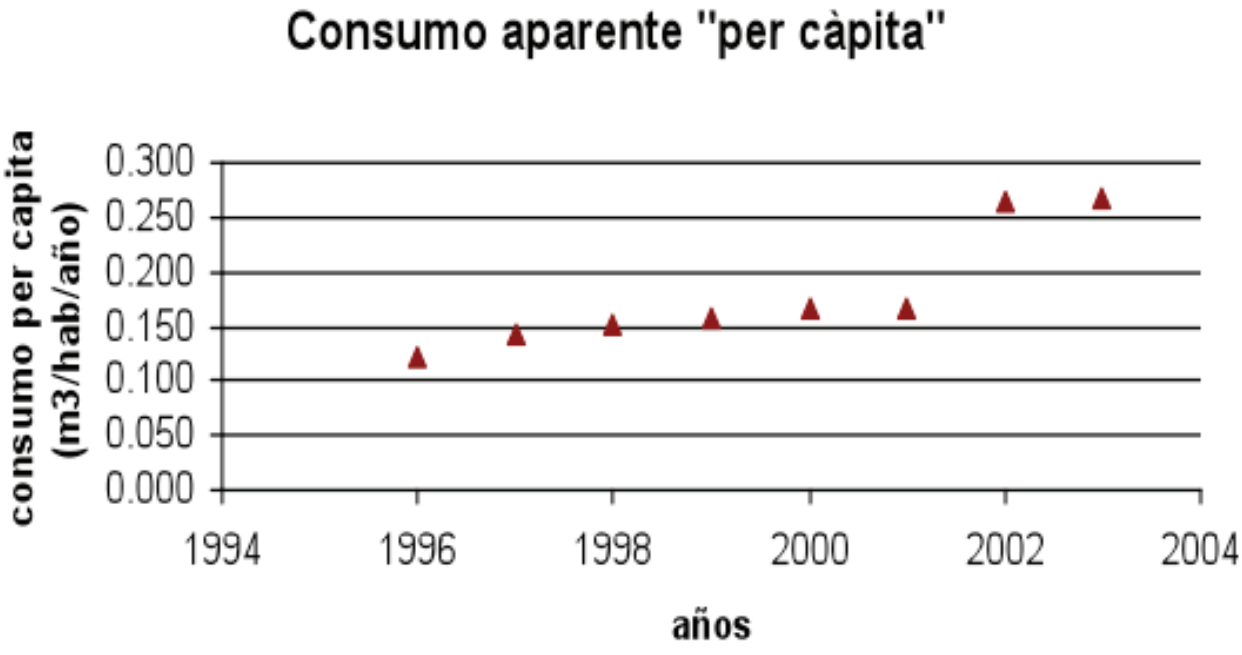


Figura 66. Tendencia del consumo "per cápita" de productos forestales.

Respecto a la variación en el consumo aparente para el periodo 1996-2004, en la Figura 67 se muestra una proyección para conocer la tendencia en el consumo aparente del año 2005 al 2025. La tendencia indica un decrecimiento constante en los valores de consumo aparente, dado principalmente por el aumento en el consumo aparente total de un año inmediato anterior al año analizado.

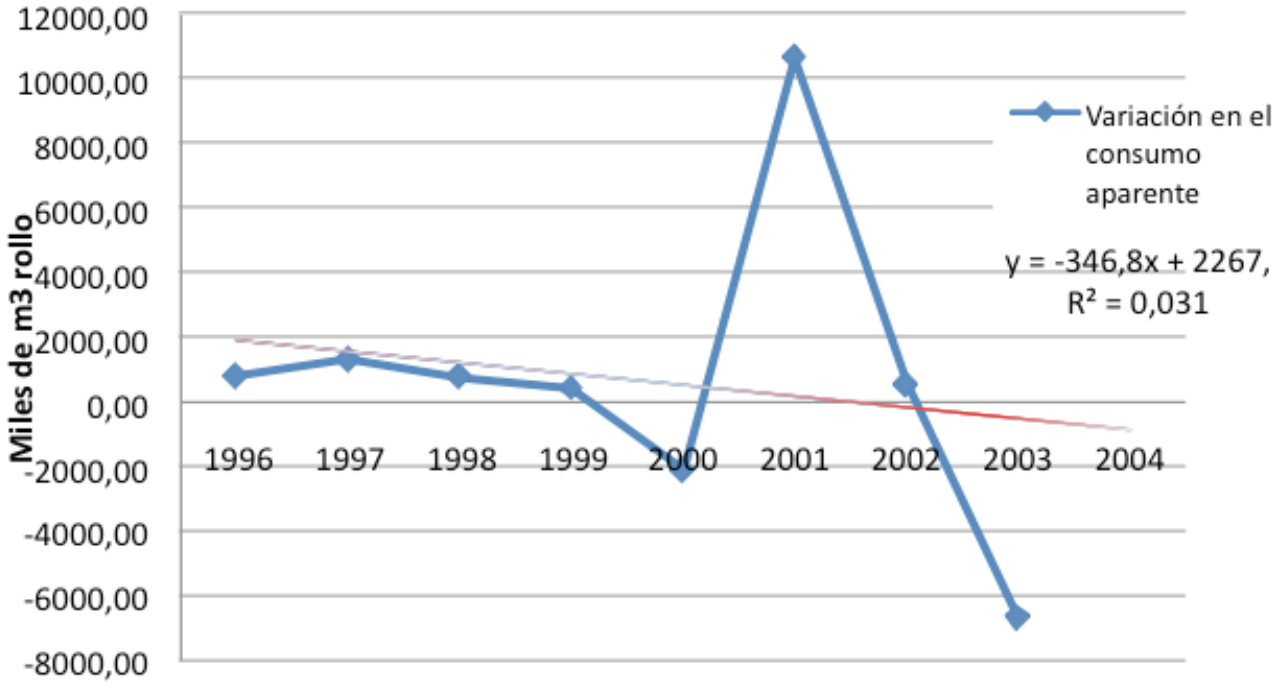


Figura 67. Variación anual del consumo aparente de productos forestales para el periodo de 1996 al 2004 y tendencias al año 2025 en México.

Consideraciones finales a nivel regional y nacional

El análisis sugiere que el sector forestal está en crisis, derivado principalmente por la disminución y estancamiento en la producción forestal, en su valor y en los precios de los productos; también por la tendencia negativa y creciente de la balanza comercial.

De manera específica, la producción nacional forestal se ha mantenido casi constante a lo largo del periodo de análisis; sin embargo, el consumo doméstico ha crecido aceleradamente. Como resultado, la relación producción/consumo ha decrecido rápidamente durante el periodo de análisis, sobre todo en el periodo 2001-2004. Lo anterior se ve reflejado en la balanza comercial, que se vuelve cada vez más negativa.

La industria forestal por grupo de productos: madera de escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes, morillos; así como la dedicada a energéticos (leña y carbón), y la de durmientes se abastece principalmente de la madera proveniente del bosque nativo, y en una menor proporción (cerca del 5%) proviene de plantaciones con fines comerciales. Lo anterior es una excelente oportunidad para hacer más competitivo al sector forestal a través de la oferta o abastecimiento de materias primas de calidad y entregadas con oportunidad. Aquí es donde las PFC pueden jugar un papel preponderante no solo para satisfacer las necesidades de la demanda doméstica sino también para incrementar las exportaciones.

Los productos de importación de los cuales México depende para la industria de la celulosa y el papel y para la industria de papeles corrugados, pueden ser obtenidos, aunque no podrán sustituirse en el corto ni mediano

plazo las importaciones con materias primas provenientes de las PFC, ya que los objetivos de la plantaciones tienden a obtener materias primas con alto valor agregado (chapas de madera, madera de escuadría para la industria mueblera, y en menor medida para la celulosa y los tableros).

Por otro lado, se ofrece una excelente oportunidad de exportación de los productos procesados a partir de las materias primas de plantaciones en un futuro, tales como muebles de madera para dormitorios, para oficina y hotelería; marcos, listones y molduras. Finalmente, se prevé que la participación de los productos generados a partir de las materias primas en PFC compensen la balanza comercial, ya que se pretende dar valor agregado a los mismos. Además, como lo indica el escenario II del PEF 2025, las PFC deberán tener un aporte más significativo para disminuir el deterioro a que está sujeto el bosque nativo.

b) Nivel internacional

Superficie del bosque asignada para la producción forestal primaria

A nivel mundial, el 34 % del área de bosque está destinado a la producción de madera (aserrada o en forma de tablero), alcanzando en Europa el 73 % y en Estados Unidos apenas el 6%.

En 2005, el área total de plantaciones forestales destinada a la producción de madera (aserrada o en forma de tableros) representa el 2,8 % del área total de bosque y mantiene una tendencia creciente, constante en los últimos diez años. Todas las regiones excepto África, muestran un aumento de las plantaciones forestales para la producción de madera (aserrada o en forma de tablero), correspondiendo el mayor crecimiento a China por el establecimiento de plantaciones forestales a gran escala. La Figura 68, muestra la superficie de plantaciones de los principales países del mundo.

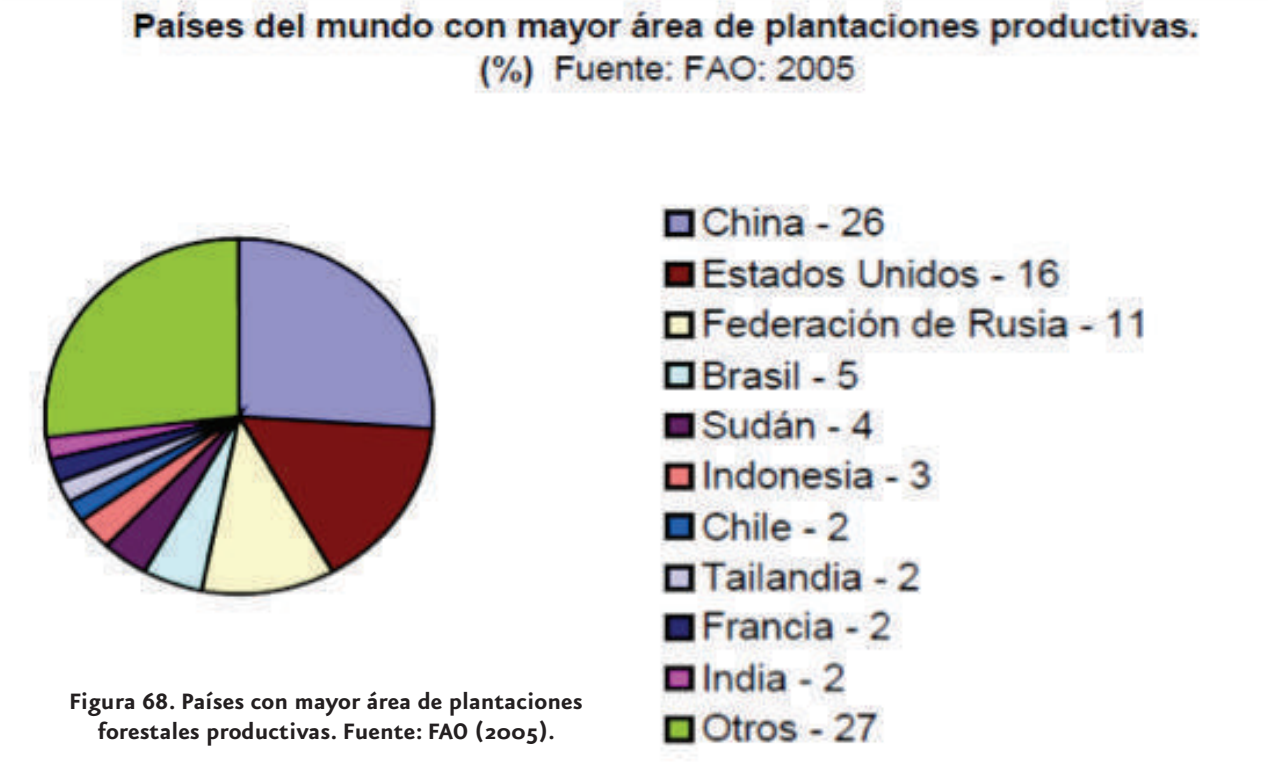


Figura 68. Países con mayor área de plantaciones forestales productivas. Fuente: FAO (2005).

El Cuadro 41 muestra la superficie forestal existente a nivel mundial por cada 1,000 hectáreas. En total se tienen cerca de 4 mil millones de hectáreas asignadas a la producción forestal como función primaria, lo que representa el 30% de la superficie mundial. La distribución a nivel mundial de la superficie forestal por continente se muestra en la Figura 69.

Cuadro 41. Superficie del bosque asignada para la producción forestal primaria.

Continente	Superficie, x 1000 ha.	Porcentaje, %
África Central	236,070	44.6
África Oriental	77,109	18.9
África septentrional	76,805	8.2
África meridional	171,116	29
África occidental	74,312	14.9
Total África	**635,412**	**21.4**
Total Asia Oriental	*244,862*	*21.3*
Total Asia Meridional	*79,239*	*19.2*
Total Asia Sudoriental	*203,887*	*46.8*
Total Oceanía	*206,254*	*24.3*
Total de Asia y el Pacífico	**734,243**	**25.8**
Total de países de la CEI	826,588	46.7
Total de Europa Oriental	43,042	32.8
Total de Europa Occidental	131,763	36.8
Total Europa	**1,001,394**	**44.3**
Total del Caribe	*5,974*	*26.1*
Total de América Central	*22,411*	*43.9*
Total de América del Sur	*832,590*	*47.7*
Total de América latina y el Caribe	**859,925**	**47.3**
Total de América del norte	**677,464**	**32.7**
Total de Asia Central	*16,017*	*39.9*
Total de Asia Occidental	*27,571*	*4*
Total de Asia Occidental y central	**43,588**	**4**
Total mundial	***3,972,025***	***30.3***

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2009).

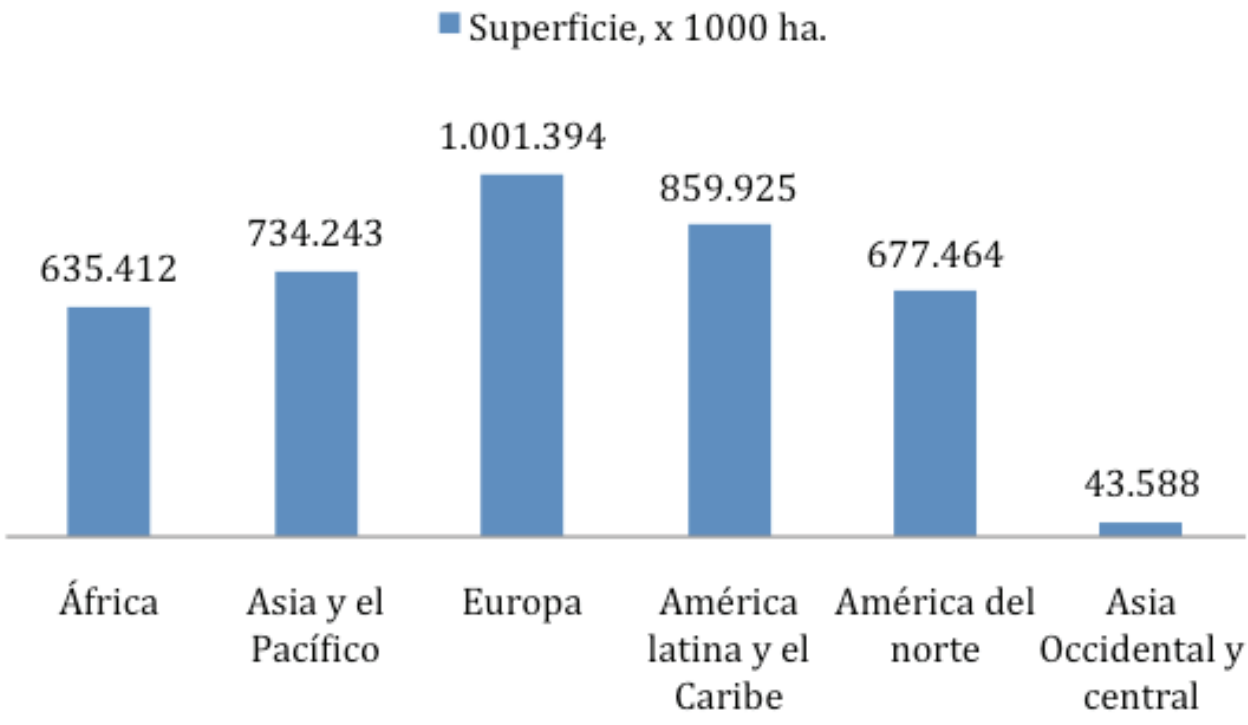


Figura 69. Superficie forestal a nivel mundial destinada a la producción forestal. Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 1.

De manera específica para México, la superficie forestal destinada a la producción forestal representa el 1.6% de la superficie mundial y el 9.5% de la superficie de sus socios comerciales de América del Norte, con 64.3 millones de ha (FAO, 2009)

Producción maderable a nivel mundial

La madera en pie o existencias volumétricas a nivel mundial es de 384,008 millones de m3 de madera, y el promedio a nivel hectárea de 111 m3/ha. El Cuadro 42 muestra la información a nivel mundial por regiones y continentes Las Figuras 70 y 71 muestran los volúmenes de madera en pie y las existencias volumétricas, respectivamente.

Cuadro 42. Volumen de madera en pie a nivel mundial por regiones y continentes.

Continente	Existencia volumétricas, (m^3/ha)	Volumen total (millones de m^3)	Porcentaje del volumen total (%)
África Central	104	45,760	11.9
África Oriental	58	4,351	1.1
África septentrional	18	1,390	0.4
África meridional	36	6,102	1.6
África occidental	91	6,254	1.6
Total África	**102**	**63,857**	16.6
Total Asia Oriental	*81*	*19,743*	5.1
Total Asia Meridional	*79*	*6,223*	1.6
Total Asia Sudoriental	*88*	*17,911*	4.7
Total Oceanía	*36*	*1,077*	0.3
Total de Asia y el Pacífico	**81**	**44,954**	**11.7**
Total de países de la CEI	102	84,056	21.9
Total de Europa Oriental	194	8,361	2.2
Total de Europa Occidental	115	13,861	3.6
Total Europa	**107**	**106,278**	**27.7**
Total del Caribe	*74*	*420*	0.1
Total de América Central	*130*	*2,867*	0.7
Total de América del Sur	*155*	*94,464*	24.6
Total de América latina y el Caribe	**153**	**97,751**	**25.5**
Total de América del norte	**111**	**68,101**	17.7
Total de Asia Central	*66*	*1,061*	0.3
Total de Asia Occidental	*76*	*2,006*	0.5
Total de Asia Occidental y central	**73**	**3,067**	0.8
Total mundial	**111**	**384,008**	**100**

Nota: No se contó con información para México en la fuente consultada.
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2009).

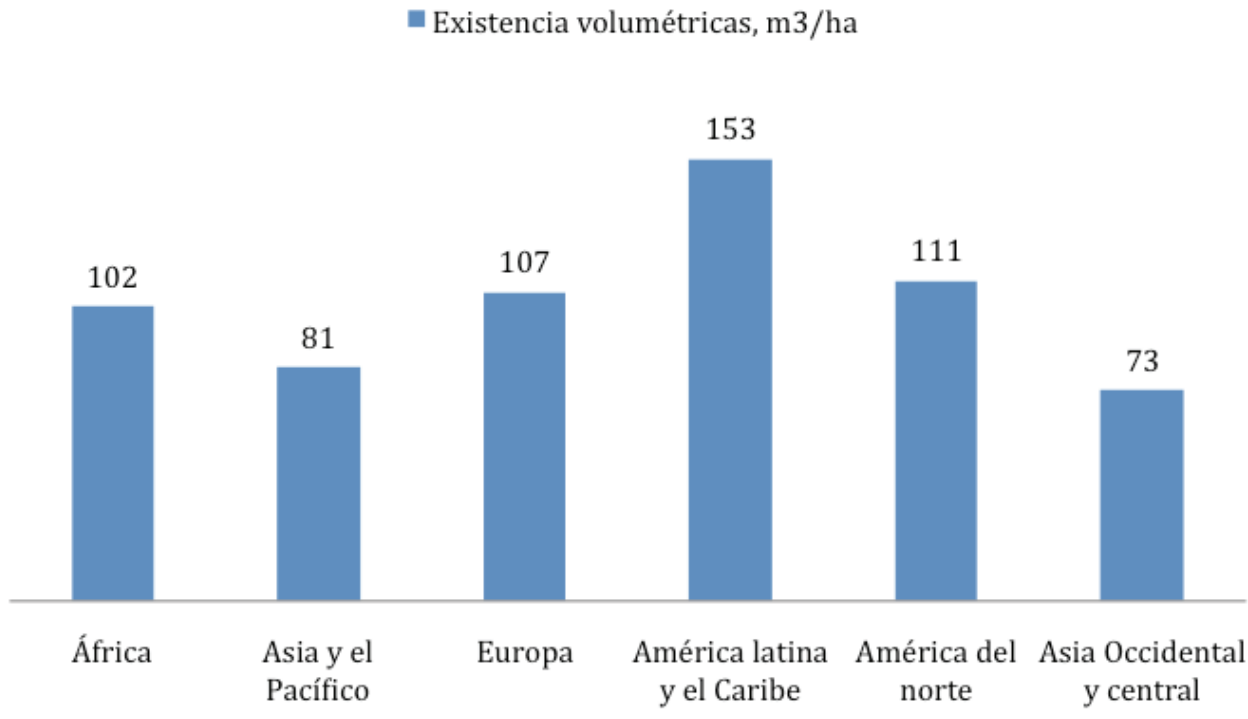


Figura 70. Existencias volumétricas por regiones a nivel mundial para 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 42.

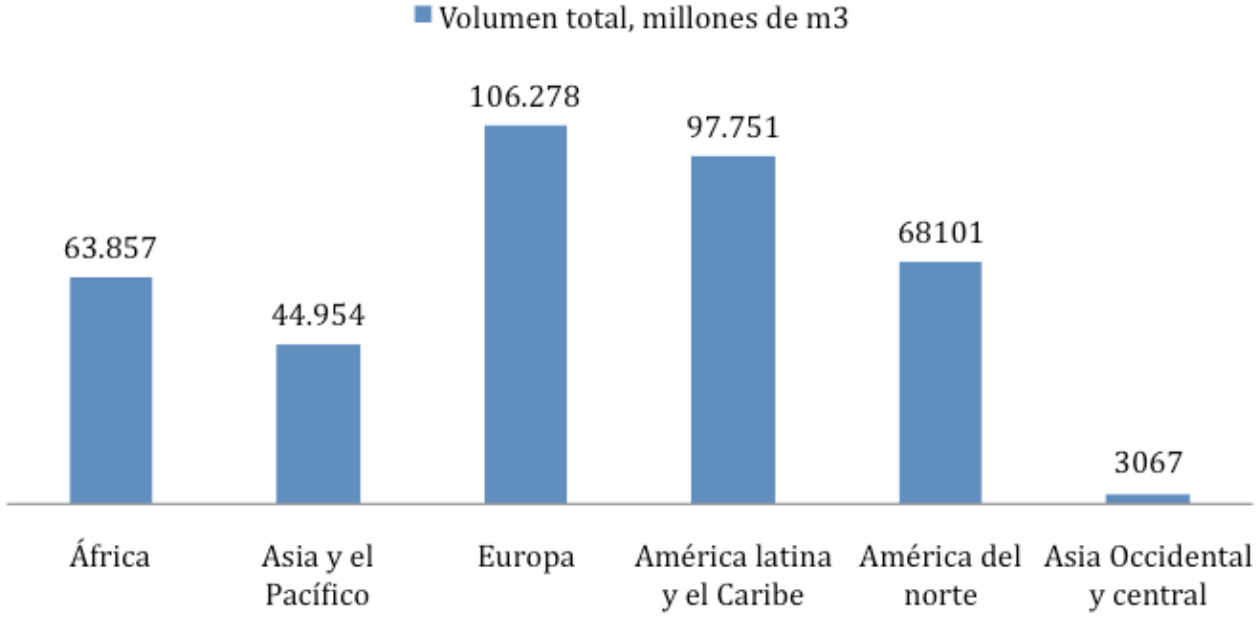


Figura 71. Existencias volumétricas por regiones a nivel mundial para 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 62.

Respecto a la producción a nivel mundial, en el año 2006 se produjeron 4,753 millones de m3 de madera (Cuadro 43), de los cuales el 39.4% correspondió a combustibles de madera, el 34.4% a madera en rollo, 8.9% a madera aserrada, el 7.7% a papel y cartón, el 5.5% a paneles a base de madera y el 4.1% a pasta para papel. La Figura 72 muestra la distribución porcentual de la producción mundial por continente y tipo de producto.

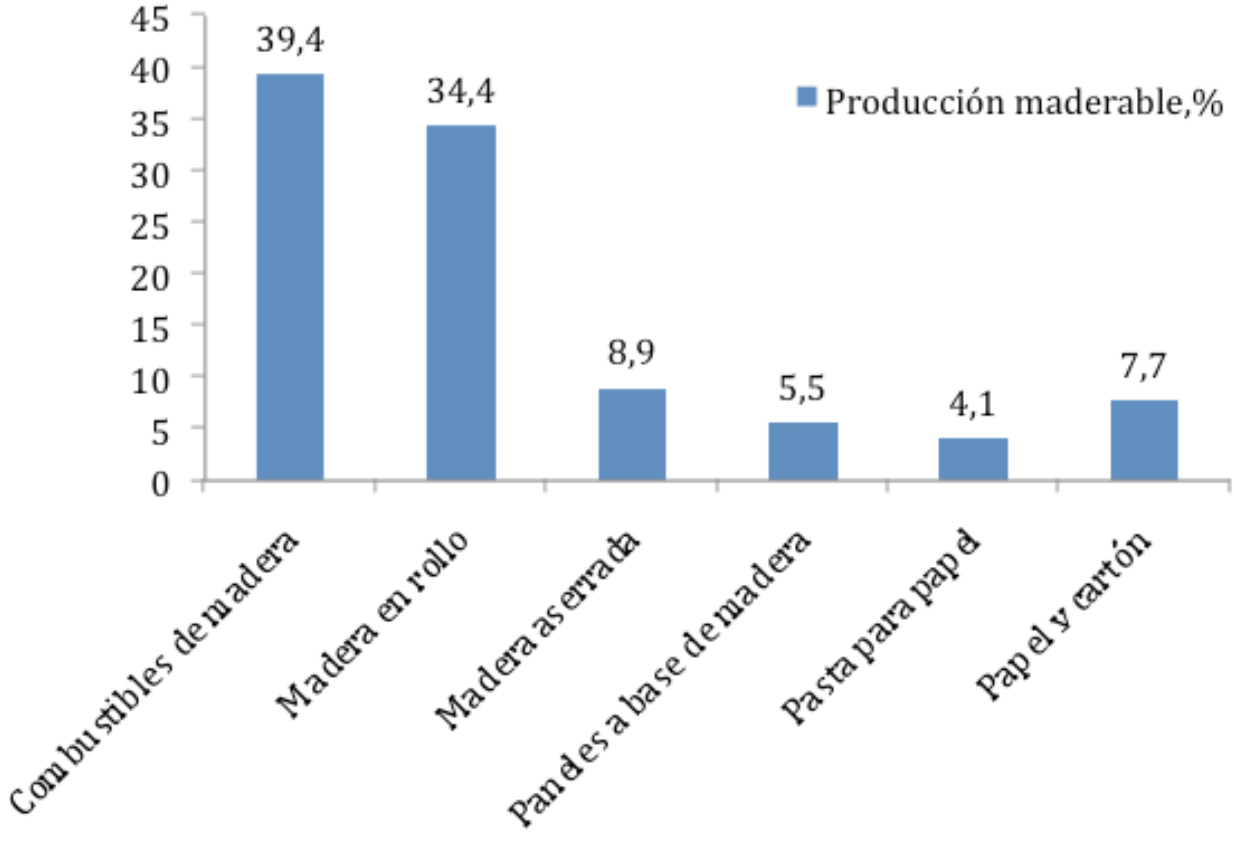


Figura 72. Distribución porcentual de la producción mundial por tipo de producto para 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 42.

Cuadro 43. Volumen de la producción forestal a nivel mundial por regiones y continentes.

Continente	Combustibles de madera, 1000 m³	Madera en rollo, 1000 m³	Madera aserrada, 1000 m³	Paneles a base de madera, 1000 m³	Pasta para papel, 1000 m³	Papel y cartón, 1000 m³	Volumen total, 1000 m³
África Central	110,621	15,083	1,544	434	0	0	127,682
África Oriental	200,699	10,547	427	199	178	288	212,338
África septentrional	47,792	3,452	214	247	244	732	52,681
África meridional	58,469	23,514	3,023	864	3,146	1,912	90,928
África occidental	171,091	16,713	3,124	773	23	19	191,743
Total África	**588,672**	**69,309**	**8,332**	**2,517**	**3,591**	**2,951**	675,372
Total Asia Oriental	*212,618*	*115,258*	27,475	73,118	30,445	98,576	557,490
Total Asia Meridional	*382,745*	*28,431*	17,212	3,127	4,521	5,289	441,325
Total Asia Sudoriental	*185,903*	*71,590*	14,972	17,520	7,818	14,077	311,880
Total Oceanía	*12,838*	*50,769*	9,304	4,316	2,715	4,165	84,107
Total de Asia y el Pacífico	**794,104**	**266,048**	**68,963**	**98,081**	**45,499**	**122,107**	1,394,802
Total de países de la CEI	55,933	158,857	26,808	11,529	6,948	8,510	268,585
Total de Europa Oriental	25,357	98,753	26,319	14,452	3,147	7,871	175,899
Total de Europa Occidental	71,255	258,235	92,369	52,811	41,636	98,478	614,784
Total Europa	**152,545**	**515,845**	**145,496**	**78,792**	**51,731**	**114,859**	1,059,268
Total del Caribe	*5,120*	*1,382*	445	149	1	159	7,256
Total de América Central	*40,195*	*3,522*	1,390	125	17	202	45,451
Total de América del Sur	*195,856*	*159,728*	38,230	14,228	16,280	13,825	438,147
Total de América latina y el Caribe	**241,171**	**164,632**	**40065**	**14502**	**16298**	**14186**	490,854
Total de América del norte	**86,432**	**603,523**	154,442	62,251	76,869	107,350	1,090,867
Total de Asia Central	*861*	*831*	316	21	0	102	2,131
Total de Asia Occidental	*8,212*	*14,882*	6,955	5,929	679	3,025	39,682
Total de Asia Occidental y central	**9073**	**15713**	7271	5950	679	3127	41,813
Total mundial	**1,871,997**	**1,635,070**	**424,569**	**262,093**	**194,667**	**364,580**	**4,752,976**

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2009).

La Figura 73 muestra la producción forestal maderable mundial por tipo de región/continente, en donde se observa que la región de Asia y el Pacífico genera la mayor producción de combustibles de madera y paneles a base de madera, involucra a países como: China, Australia, Papúa Nueva Guinea, India, Bangladesh, Tailandia, entre otros. Le sigue en orden de importancia el continente Africano. Ambos continentes representan el 73.8% de la producción de combustibles de madera mundial. Solamente Asia y el Pacífico produce el 37.4% de la producción de paneles a base de madera.

La principal región productora de madera en rollo, madera aserrada y pasta para papel es América del Norte seguido de Europa. Los cuales producen entre el 68.5% de la madera aserrada del mundo. Respecto a la madera aserrada, pasta para papel, papel y cartón, ambas regiones comerciales producen el 70.6% de la producción mundial de madera aserrada, el 66% de pasta para papel y el 60.9% de papel y cartón. Europa además es el segundo productor de paneles a base de madera (después de Asia y el Pacífico). La región con menor producción de materias primas forestales es la de Asia Occidental y Central, de los que sobresalen en la producción de materias primas Georgia, Ksajztán, Afganistán y Turquía.

Por tipo de producto y a nivel mundial, México participa en la producción forestal en forma porcentual como se indica: combustibles de madera (2%), madera en rollo (0.4%), madera aserrada (0.7%), paneles a base de madera (0.01%), pasta para papel (0.2%) y papel y cartón (1.3%). A nivel región comercial (América del Norte) participa en: combustibles de madera (45%), madera en rollo (1.0%), madera aserrada (1.8%), paneles a base de madera (0.4%), pasta para papel (0.4%) y papel y cartón (4.5%) (FAO, 2009).

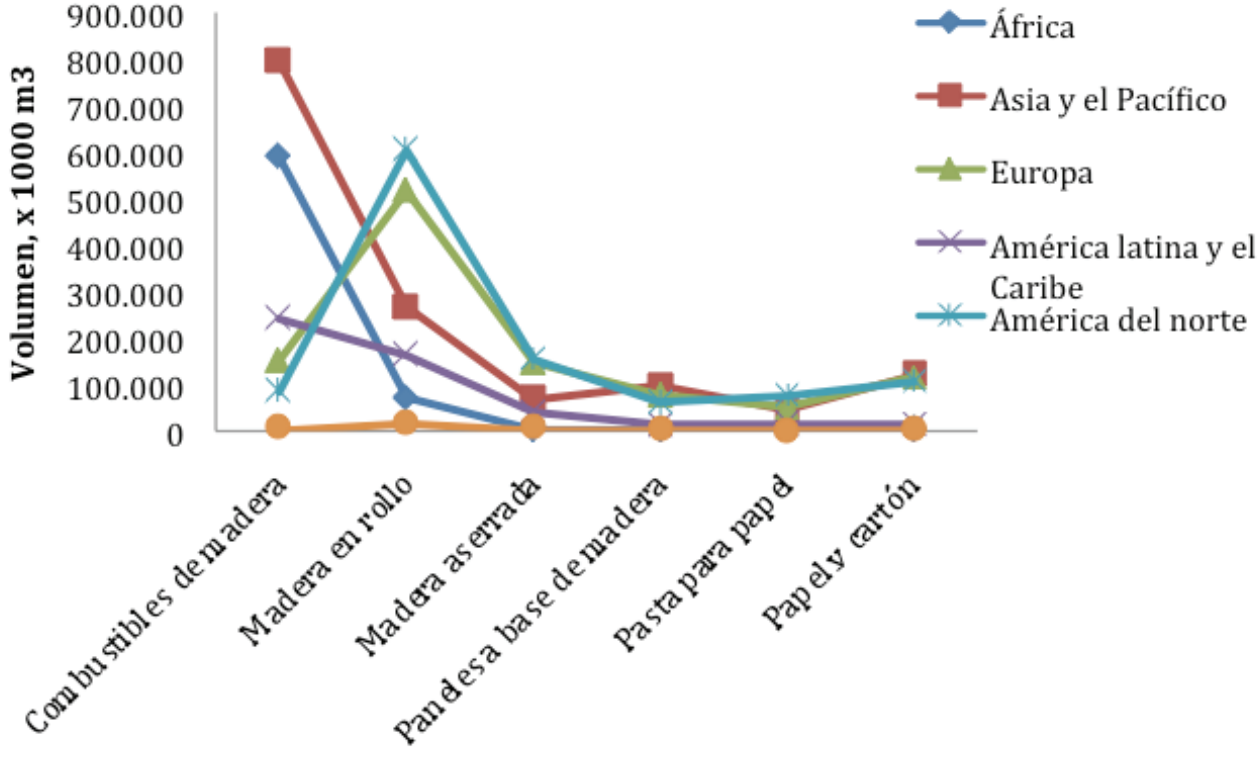


Figura 73. Producción mundial de productos forestales por tipo y continente/región para 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 43.

Balanza comercial a nivel mundial

La balanza comercial en volumen a nivel mundial, de acuerdo al tipo de producto, es negativa para la madera en rollo (-785 miles de m3), y positiva para los combustibles de madera (562 miles de m3), para la madera aserrada (6,205 miles de m3), paneles a base de madera (2,178 miles de m3), pasta para papel (628 miles de m3) y papel y cartón (1,815 miles de m3). La Figura 74 muestra la balanza comercial a nivel mundial, y de manera específica las Figura 75 al 80 muestran la balanza comercial por tipo de producto y regiones. De acuerdo a la información contenida en la Región de América del Norte sobre el volumen de la balanza comercial, México participa en promedio con el 8% de la importaciones, y a nivel mundial con el 1.84%. Respecto a las exportaciones, con sus socios comerciales de América del Norte, exporta el 0.83% del total de productos y a nivel mundial 0.13%.

El comportamiento en la balanza comercial, por tipo de productos, referente a las importaciones de México entre América del Norte se caracterizan como sigue (FAO, 2009):
Combustibles de madera (0.7%), madera en rollo (2%), madera aserrada (9%), paneles a base de madera (7.8%), pasta para papel (15.5%) y papel y cartón (13.4%). Y las exportaciones: combustibles de madera (2%), madera en rollo (0.06%), madera aserrada (0.14%), paneles a base de madera (1.5%), pasta para papel (0.12%) y papel y cartón (1.2%)

Por tipo de producto importado a nivel mundial, destaca: Combustibles de madera (0.04%), madera en rollo (0.13%), madera aserrada (3.2%), paneles a base de madera (2.4%), pasta para papel (2.7%) y papel y cartón (2.6%). Respecto a las exportaciones: Combustibles de madera (0.15%), madera en rollo (0.006%), madera aserrada (0.05%), paneles a base de madera (0.28%), pasta para papel (0.05%) y papel y cartón (0.24%). Lo que demuestra una clara balanza comercial por tipo de producto.

Cuadro 44. Balanza Comercial de la producción forestal a nivel mundial por continente/región.

Continente/Región	Combustibles de madera, 1000 m³	Madera en rollo, 1000 m³	Madera aserrada, 1000 m³	Paneles a base de madera, 1000 m³	Pasta para papel, 1000 m³	Papel y cartón, 1000 m³	Volumen total, 1000 m³
África							
Importación	1	847	5,233	1,300	801	2,658	10,840
Exportación	3	4009	1,885	943	1,276	369	8,485
Balanza comercial	*2*	*3162*	*-3348*	*-357*	*475*	*-2289*	*-2,355*
Asia y el Pacífico							
Importación	114	55,891	22,716	16,730	15,502	21,043	131,996
Exportación	11	18,286	10,016	25,379	4,102	17,207	75,001
Balanza comercial	*-103*	*-37,605*	*-12,700*	*8,649*	*-11,400*	*-3,836*	*-56,995*
Europa							
Importación	3,418	62,349	48,088	32,359	18,729	59,468	224,411
Exportación	4,223	91,204	73,554	36,488	14,171	73,214	292,854
Balanza comercial	*805*	*28,855*	*25,466*	*4,129*	*-4,558*	*13,746*	*68,443*
América latina y el Caribe							
Importación	5	187	1,280	1,649	914	5,198	9,233
Exportación	1	2,732	7,658	5,218	9,254	2,943	27,806
Balanza comercial	*-4*	*2,545*	*6,378*	*3,569*	*8,340*	*-2,255*	*18,573*

América del norte							
Importación	262	8,883	45,857	24,906	7,804	22,416	110,128
Exportación	360	14,287	43,655	15,442	16,518	24,137	114,399
Balanza comercial	98	5,404	-2,202	-9,464	8,714	1,721	4,271
Asia Occidental y central							
Importación	254	3,178	7,716	4,985	965	5,685	22,783
Exportación	18	32	327	637	22	413	1,449
Balanza comercial	-236	-3,146	-7,389	-4,348	-943	-5,272	-21,334
Total mundial							
Importación	4,054	131,335	130,890	81,929	44,715	116,468	509,391
Exportación	4,616	130,550	137,095	84,107	45,343	118,283	519,994
Balanza Comercial	562	-785	6,205	2,178	628	1,815	10,603

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2009).

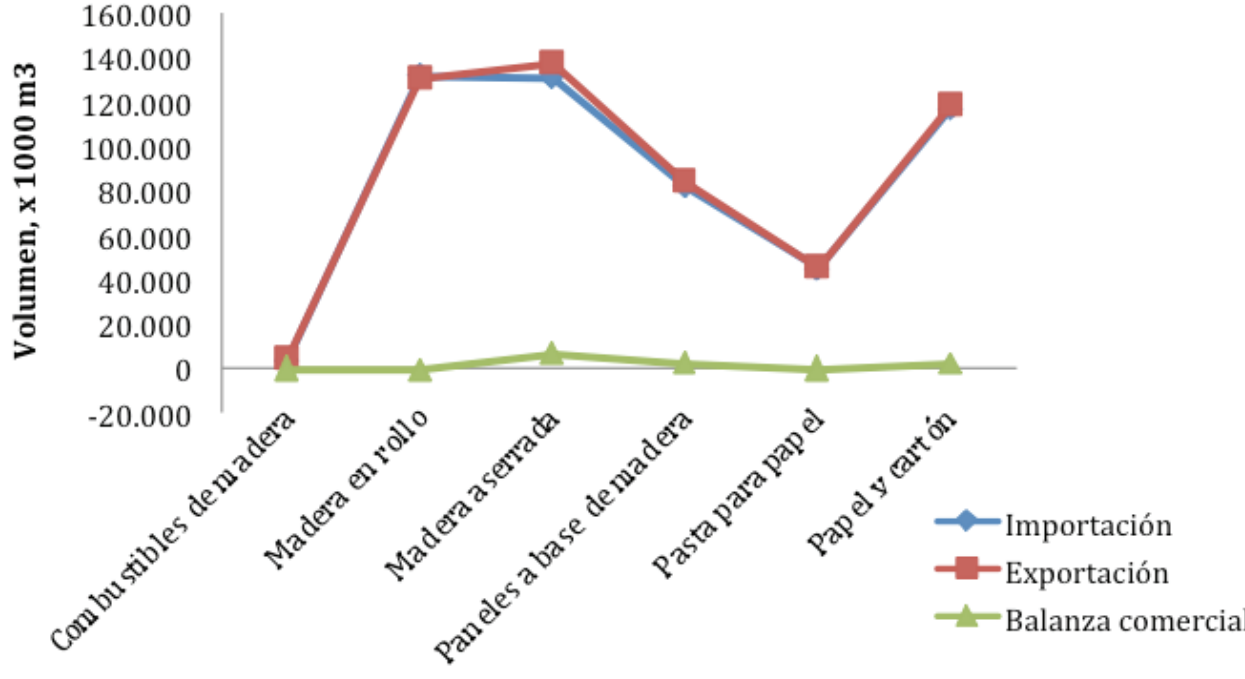
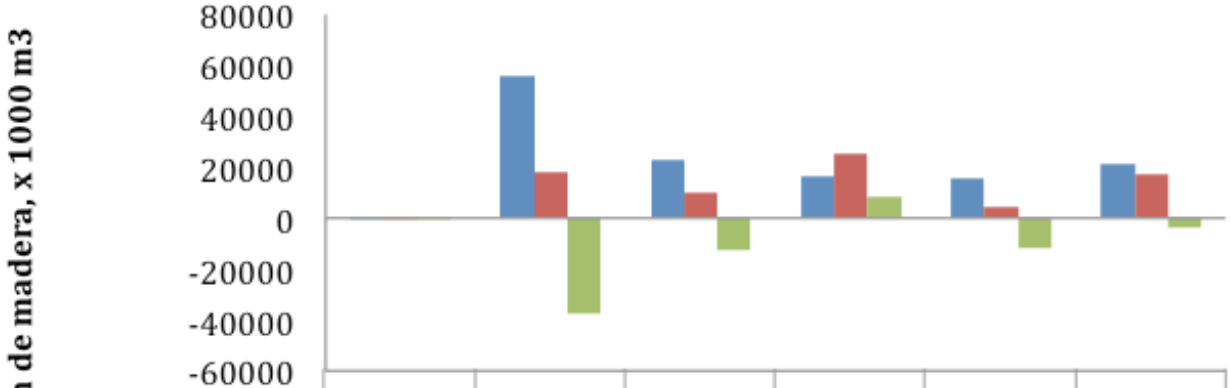


Figura 74. Balanza comercial a nivel mundial para el año 2006. Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.

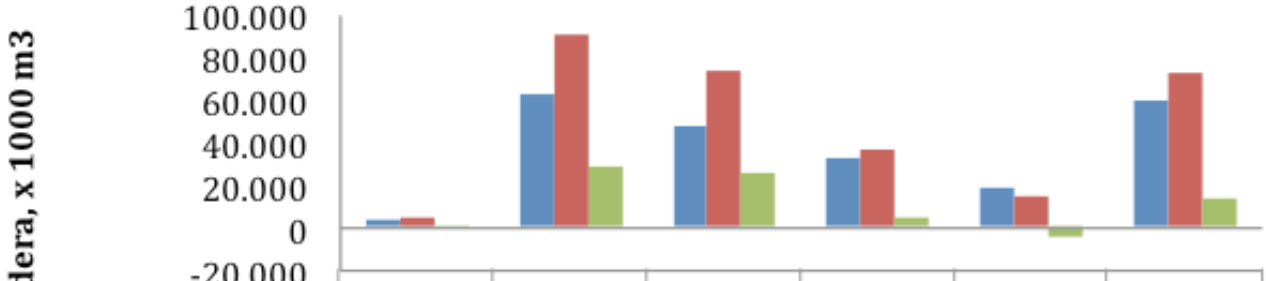
	Combustibles de madera	Madera en rollo	Madera aserrada	Paneles a base de madera	Pasta para papel	Papel y cartón
Importación	1	847	5.233	1.300	801	2.658
Exportación	3	4009	1.885	943	1.276	369
Balanza comercial	2	3162	-3348	-357	475	-2289

Figura 75. Balanza comercial a nivel mundial por de producto para África para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.



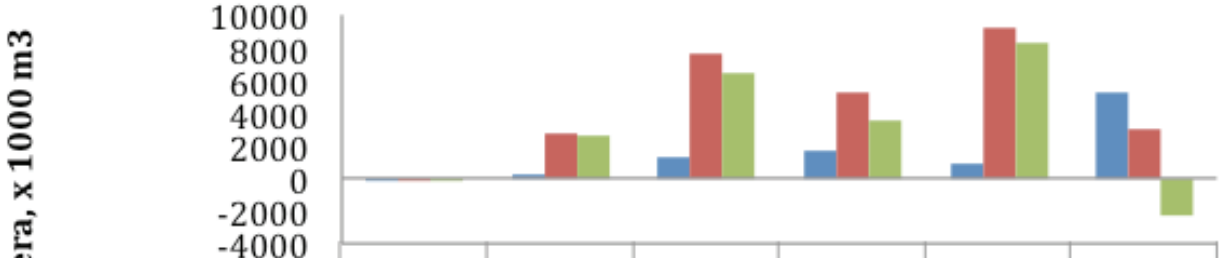
	Combustibles de madera	Madera en rollo	Madera aserrada	Paneles a base de madera	Pasta para papel	Papel y cartón
Importación	114	55.891	22.716	16.730	15.502	21.043
Exportación	11	18.286	10.016	25.379	4.102	17.207
Balanza comercial	-103	-37.605	-12.700	8.649	-11.400	-3.836

Figura 76. Balanza comercial a nivel mundial por de producto para Asia y el Pacífico para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.



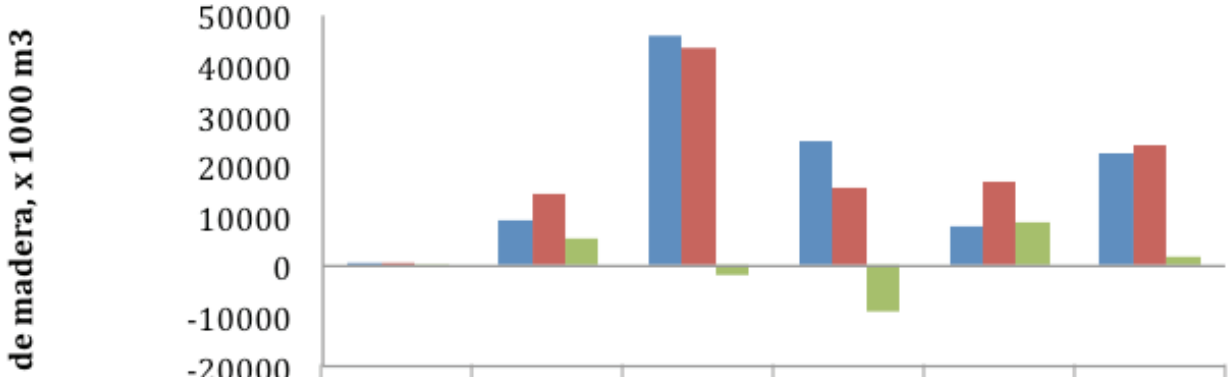
	Combustibles de madera	Madera en rollo	Madera aserrada	Paneles a base de madera	Pasta para papel	Papel y cartón
Importación	3.418	62.349	48.088	32.359	18.729	59.468
Exportación	4.223	91.204	73.554	36.488	14.171	73.214
Balanza comercial	805	28.855	25.466	4.129	-4.558	13.746

Figura 77. Balanza comercial a nivel mundial por de producto para Europa para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.



	Combustibles de madera	Madera en rollo	Madera aserrada	Paneles a base de madera	Pasta para papel	Papel y cartón
Importación	5	187	1.280	1.649	914	5.198
Exportación	1	2.732	7.658	5.218	9.254	2.943
Balanza comercial	-4	2.545	6.378	3.569	8.340	-2.255

Figura 78. Balanza comercial a nivel mundial por de producto para América Latina y el Caribe para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.



	Combustibles de madera	Madera en rollo	Madera aserrada	Paneles a base de madera	Pasta para papel	Papel y cartón
Importación	262	8.883	45.857	24.906	7.804	22.416
Exportación	360	14.287	43.655	15.442	16.518	24.137
Balanza comercial	98	5.404	-2.202	-9.464	8.714	1.721

Figura 79. Balanza comercial a nivel mundial por de producto para América del Norte para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.

	Combustibles de madera	Madera en rollo	Madera aserrada	Paneles a base de madera	Pasta para papel	Papel y cartón
Importación	254	3.178	7.716	4.985	965	5.685
Exportación	18	32	327	637	22	413
Balanza comercial	-236	-3.146	-7.389	-4.348	-943	-5.272

Figura 80. Balanza comercial a nivel mundial por producto para Asia Occidental y Central para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 44.

Consumo aparente de productos forestales a nivel mundial

El consumo aparente de materias primas forestales para el año 2006 fue de 4,742 millones de m3, de los cuales el 39.5% corresponde a combustibles de madera, el 34.5% a madera en rollo, 8.8% a madera aserrada, el 7.6% a papel y cartón, el 5.5% a paneles a base de madera y el 4.1% a pasta para papel. La Figura 78 muestra la distribución porcentual del consumo de materias primas por tipo de producto. [pág. 128]

Cuadro 45.Consumo aparente de materias primas forestales maderables a nivel mundial por continente/región

Continente/ región	Combustibles de madera (1000 m³)	Madera en rollo (1000 m³)	Madera aserrada, (1000 m³)	Paneles a base de madera (1000 m³)	Pasta para papel (1000 m³)	Papel y cartón (1000 m³)	Volumen total (1000 m³)
África	588,670	66,147	11,679	2,874	3,116	5,240	**677,726**
Asia y el Pacífico	794,207	303,654	81,664	89,432	56,900	125,942	**1,451,799**
Europa	151,755	486,991	120,030	74,663	56,289	101,112	**990,840**
América latina y el Caribe	241,175	162,087	33,687	10,933	7,958	16,441	**472,281**
América del norte	86,334	598,120	156,644	71,714	68,155	105,629	**1,086,596**
Asia Occidental y central	9,308	18,859	14,660	10,298	1,622	8,399	**63,146**
Total mundial	**1,871,449**	**1,635,858**	**418,364**	**259,914**	**194,040**	**362,763**	**4,742,388**

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2009).

La Figura 81 muestra el consumo aparente por región/continente de los principales productos forestales a nivel mundial para el 2006. En donde sobresalen las regiones de Asia y el pacífico, seguido de África; para la madera en rollo y madera aserrada sobresalen América del Norte y Europa. Los paneles a base de madera, pasta para papel y papel y cartón se consumen casi en la misma proporción en Asia y el Pacífico, Europa y América del Norte. Asia Occidental y Central consume la menor cantidad de productos forestales.

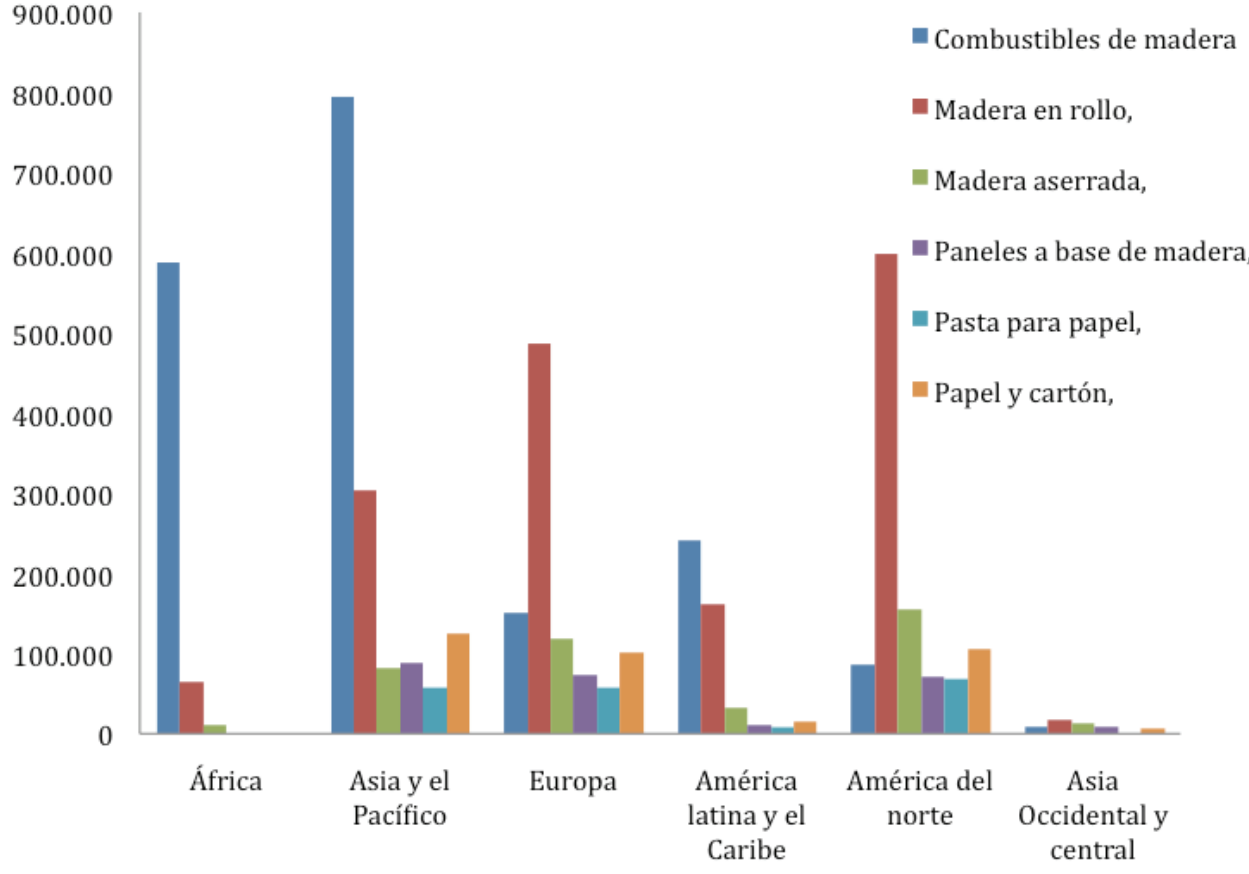


Figura 81. Consumo aparente a nivel mundial por producto para el año 2006.
Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 45.

Por tipo de producto y a nivel mundial, México participa en el consumo aparente de productos forestales, en forma porcentual como se indica (FAO, 2009):

Combustibles de madera (2%), madera en rollo (0.38%), madera aserrada (1.67%), paneles a base de madera (0.76%), pasta para papel (0.77%) y papel y cartón (2.08%). Lo que representa el 1.32% del consumo mundial

A nivel región comercial (América del Norte), nuestro país participa en consumo aparente de la siguiente forma: combustibles de madera (45%), madera en rollo (1.0%), madera aserrada (4.5%), paneles a base de madera (2.8%), pasta para papel (2.2%) y papel y cartón (7.14%), lo que significa que participa con el consumo aparente de productos en 6% (alrededor de 62.9 millones de m3) de lo consumido en América del Norte.

Especies maderables producidas por continente

La exportación de productos de madera mantiene una tendencia creciente destacando las exportaciones de madera en rollo. Canadá es el primer país exportador de productos de madera con 19% del valor total de las exportaciones, seguido de los Estados Unidos (12%), Finlandia (8%), Alemania (7%), Suecia (7%), Francia,

Indonesia (4% respectivamente), Austria (3%), Rusia, Bélgica, Brasil (2% respectivamente) y Malasia e Italia (1,5% respectivamente). Un 17 % se distribuye entre otros países desarrollados y un 10% entre los países en desarrollo.

Las importaciones mundiales de productos de madera mantienen un importe similar al de las exportaciones. Los Estados Unidos es el primer comprador de productos de madera con un 17% del total, seguido de Alemania (9%). Ambas economías presentan un claro déficit en su balance comercial sectorial. Los puestos siguientes corresponden a China y Japón, con el 7% y 8%, respectivamente. Cabe destacar que estos dos países presentan fuertes déficits de recursos forestales, que se traducen en su respectivo balance comercial negativo. Por detrás de estos países, figuran el Reino Unido (6%), Francia (5%), Italia (5%), Países Bajos (4%), Canadá y España (3%), respectivamente.

La evolución del mercado de productos de madera permite prever que en los próximos años, se mantendrá la tendencia creciente de la demanda y la producción de madera en rollo y madera aserrada. La demanda de ambos productos presentará ritmos de crecimiento similares (en torno al 7%). Así mismo, se prevé que el ritmo de crecimiento de la demanda de tablero de madera duplique a los dos anteriores (21%).

Sin embargo, por el lado de la oferta, de cara al futuro, se detecta una relativa escasez de madera, producto de la deforestación y de las restricciones a la tala de bosques en los países desarrollados. Ello plantea un posible exceso de demanda de ciertos productos de madera y una oportunidad de mercado para la producción forestal y la actividad maderera mundial.

A continuación se indican las especies más importantes producidas por continente (UNCTAD. 2008):

Maderas de África

En los últimos años ha aumentado el número de especies madereras explotadas en los bosques productivos africanos, especialmente cerca de los puertos marítimos o los mayores mercados locales. Allí las especies más apreciadas en gran medida se han agotado, pero un número limitado de otras especies sigue asegurando el grueso de la producción: en la República Centroafricana, por ejemplo, la extracción de madera involucra de 15 a 18 especies, de las cuales sólo cinco sustentan el 90 por ciento de la producción. En el Congo septentrional se aprovechan entre 18 y 20 especies, de las cuales cinco aseguran el 80 por ciento de la producción. Entre las principales especies tropicales cuyas trozas África exporta figuran las siguientes: okume, sapelli, ayous/obeche, limba/fraké, tali, padouk, moabi, sipo y teca (de plantación).

De las maderas africanas para contrachapado y chapa cabe señalar: okume, ayous/obeche, limba y makore se utilizan también para madera de construcción, junto con las especies abura, iroko, ekki y niangon. La chapa decorativa y la madera aserrada de mayor calidad provienen de caoba, sapelli, wengé, afrormosia, sipo y trozas seleccionadas de otras especies.

Maderas de Asia y Oceanía

El mercado de maderas tropicales asiáticas se concentra en un número reducido de especies: dark red meranti/ seraya/lauan (esencialmente bajo forma de madera aserrada, sobre todo para la fabricación de ventanas), ramin (madera aserrada, en su mayoría para molduras y marcos) y teca (cuya demanda proviene principalmente de los fabricantes de chapa). Otras especies se vienen comercializando últimamente en volúmenes crecientes,como keruing, balau (utilizada sobre todo en estructuras para la construcción) y merbau (en la mayoría de los casos para ventanas y suelos).

Maderas de América Central y del Sur

El mercado de maderas tropicales de sur y Centroamérica concentra una amplia cantidad de especies: Aliso (Alnus acuminata), pucte (Bucida buceras), cedro rojo (Cedrela odorata), ceiba (Ceiba pentandra) , Pino caribea (Pinus caribaea), Roble (Quercus spp), caoba (Swietenia macrophylla), cedro rosado (Tabebuia rosea), teca (Tectona grandis) , Cordia alliodora y Terminalia amazonia

Consideraciones finales a nivel mundial y su relación con México

Respecto a la producción forestal mundial, su balanza comercial y el consumo aparente en el año 2006, se destaca lo siguiente:

En el año 2006, la extracción de madera a nivel mundial, casi alcanzó una cifra de 5,000 millones de m3 de madera. La distribución de dicha extracción por países muestra algunos datos significativos. Los Estados Unidos y Canadá concentran aproximadamente el 20% de la producción mundial de madera en rollo, seguidos de India, que ya representa el 10% de la misma. China y la Unión Europea, suponen el 8,5% respectivamente. En la Unión Europea, Suecia y Finlandia concentran más del 50% de la producción de madera en rollo.

El volumen de comercio mundial alcanza los 118 millones de m3 de madera. En relación con las importaciones, el 49% de las mismas tienen como destino la Unión Europea, China y Japón representan respectivamente un 15% del total. Destaca la reducida participación de los Estados Unidos/ Canadá que sólo alcanza el 5% puesto que su elevado volumen de producción permite satisfacer la demanda interna.

En relación con las exportaciones, destaca la Federación Rusa, que no estando entre los principales productores, es el mayor exportador mundial, con el 27% del volumen total de las exportaciones. Europa concentra el 16% de las mismas, mientras que Canadá /Estados Unidos representan el 10%.

La producción europea de madera en rollo alcanza, en el año 2005 alrededor de 250 millones de m3 de madera. La distribución por países es muy heterogénea. Cuatro países (Suecia, Finlandia, Francia y Alemania) concentran el 76% de la producción. España aporta el 5% de la misma.

La producción mundial de madera aserrada alcanzó casi los 500 millones de m3, lo que representa un incremento superior al 20% en los últimos cinco años. Estados Unidos/ Canadá representan el 44% de la producción mundial, seguido de la Unión Europea (19%) y Rusia, Brasil y Japón, países que se sitúan respectivamente, en torno al 5%.

El comercio mundial de madera aserrada asciende a 140 millones de m3. Las zonas mundiales más importadoras corresponden con las más productoras de tal forma que entre Estados Unidos, La Unión Europea y Japón concentran el 78% de las importaciones mundiales de madera aserrada.

En relación con las exportaciones, destaca Canadá, principal exportador mundial de madera aserrada, seguido de la Unión Europea y Japón. En el ámbito europeo, destaca Letonia, como uno de los principales exportadores de madera aserrada a nivel mundial. En los últimos quince años se ha producido un espectacular despegue del comercio mundial de la madera aserrada, debido principalmente a la apertura de nuevos mercados, a las reducciones arancelarias y a la mejora de los métodos de extracción y corta.

En la Unión Europea, los principales países productores de madera aserrada son Alemania con el 21% de la producción total seguido de Suecia (18%), Finlandia (16%), Francia (15%). La producción española se sitúa por debajo de la media europea y representa el 4%.
La madera de coníferas representa el 88% del total de la madera aserrada en la Unión Europea. En países como Italia y Holanda, la producción de madera aserrada de frondosas supera a la de coníferas. Destaca Francia que produce el 40% de toda la madera aserrada de frondosas que se produce en la Unión Europea.

En cuanto al comercio exterior, la UE presenta un saldo comercial negativo puesto que las importaciones de madera superan en casi un 25% a las exportaciones. Los países más compradores son Italia con el 19% de las importaciones de la Unión Europea, seguido de Reino Unido (18%), Alemania (13%) y Países Bajos (8%). España se sitúa por encima de la media comunitaria e importó el 8%.

En relación con las exportaciones, cinco países concentran más del 95% del total de las exportaciones: Suecia, Finlandia y Austria (Representan el 78% de las mismas) a los que se añaden Alemania y Francia.

La producción mundial de chapa de madera para rechapar asciende a 18 millones de m3. Como principales países productores destacan Eslovaquia (35%) y Brasil (21%). El sector de fabricación de chapa de madera mantiene, a nivel mundial, un bajo volumen de comercio que alcanza los 5 millones de m3. Como principales países importadores de chapa de madera destacan China (28%) y Estados Unidos / Canadá (22%).

En relación con las exportaciones, Malasia mantiene su liderazgo mundial puesto que exporta el 95% de su producción y representa el 26% del total de las exportaciones mundiales de chapa de madera. Las exportaciones de países como Canadá y China superan el volumen de producción nacional. Estos países exportan una parte de la chapa importada desde otros mercados como Malasia.
En la industria de la madera europea, el sector de fabricación de chapa para rechapado tiene una importancia relativamente baja debido principalmente a la limitación de las disponibilidades de madera en rollo para su elaboración y a la competencia de otros productos, como son los papeles impregnados en resinas o los laminados plásticos.
Se prevé que en los próximos años, la producción de chapa se mantendrá en los niveles actuales puesto que la fabricación de chapa provendrá casi exclusivamente de la madera en rollo producida en la propia Unión Europea.

Destaca Italia con el 33% del la producción total de chapa, seguido de Alemania (27%). Ambas economías son también los mayores fabricantes europeos de muebles, destino principal de la producción de chapa. España

produce el 13% de la producción total de chapa en la Unión Europea. En relación con el comercio exterior, Alemania e Italia son también los dos principales compradores de chapa de madera, con el 25% y el 22% de las importaciones respectivamente. Les siguen Francia con el 12% y España con el 11%. A su vez las exportaciones españolas representan el 7% del total europeo.
Aunque existen diversos tipos de paneles a base de madera (tableros), sólo la producción de tableros contrachapados, de partículas y de fibras, tiene relevancia a nivel mundial. La producción mundial de tablero contrachapado no ha dejado de crecer en los últimos años impulsada por la mayor demanda de este producto en los países desarrollados. El bloque de Canadá/ Estados Unidos concentran el 32% de la producción mundial de tablero contrachapado seguido de la UE (24%), China, Indonesia y Brasil, la Unión Europea el principal exportador e importador mundial de este producto.

En relación con las importaciones, destaca Japón, con el 10% de la importación mundial de tablero contrachapado. Se trata del principal país importador de este producto puesto que su producción resulta muy insuficiente para abastecer su elevada cantidad demandada que representa alrededor del 5% de la producción mundial.

El comercio mundial de tableros de madera contrachapados asciende a los 65 millones de m3 siendo la demanda interna. En relación con las exportaciones, destacan Indonesia y Malasia que destinan más del 75% de su producción de tableros de madera contrachapado, a la exportación.

La producción mundial de tableros de partículas ha experimentado en los últimos 10 años un incremento espectacular superando los 88 millones de m3. La Unión Europea representa el 36% de la producción mundial de tableros de partículas, seguido de los Estados Unidos (25%) y Canadá (12%).

El comercio mundial de tableros de partículas alcanza los 24 millones de m3 siendo Estados Unidos el mayor comprador con el 41% de las importaciones mundiales de tablero de partículas y la Unión Europea con el 33%. En cuanto a las exportaciones, destacan la Unión Europea con el 40% de las mismas seguido de Canadá (37%).

La industria del tablero de fibras incrementó su producción en más de un 20% en los últimos 10 años alcanzando los 35 millones de m3. La fabricación de tableros de fibras está controlada por un reducido grupo de fabricantes europeos y americanos. El mayor productor es la Unión Europea con el 28% de la producción mundial, seguido de los Estados Unidos (21%) y de China (16%). En cuanto al comercio mundial, alcanza los 15 millones de m3. En relación con las importaciones, la Unión Europea representa el 34% de las mismas, seguido de China (19%) y de Estados Unidos (17%). El resto de los países presentan magnitudes irrelevantes a nivel mundial.

En relación con las exportaciones, destaca la Unión Europea con el 43% de las mismas. En la Unión Europea, la fabricación de tableros de madera contrachapados ha ido adaptándose a la disponibilidad de maderas producidas en cada país. Mientras que los países de Europa Central y del Sur han experimentado importantes cambios, en los países escandinavos las maderas empleadas siguen siendo el pino, abeto y abedul. En la Unión Europea, las especies más empleadas para la fabricación de tableros contrachapados son las coníferas (39%), abedul (23%), álamo (20%), maderas tropicales (13%) y haya (3%).

La Unión Europea fabrica el 50% de los tableros contrachapados consumidos. Finlandia concentra el 32% de la producción europea, seguida de Francia (16%), Italia (13%) y España (12%). En los próximos años, se prevé

que la producción europea de tablero contrachapado se mantenga estable puesto que resulta difícil disponer de mayores volúmenes de madera apta para la fabricación y además, los productos sustitutivos reducirán la demanda de tableros contrachapados.

En cuanto a las importaciones, Alemania y Reino Unido concentran respectivamente, el 20% de las mismas. Los restantes países se sitúan por debajo del 10%. Alemania y Reino Unido son también los principales consumidores de tablero contrachapado, seguidos en un segundo nivel por Italia, Francia y Holanda y por un tercer nivel por España y Suecia. Destaca también la condición de Finlandia que exporta el 99% de su producción y de Bélgica que es la entrada de los contrachapados de ultramar y exporta a los países de la UE la totalidad de dichas importaciones.

En relación con la producción de tablero de partículas, el mayor fabricante europeo es Alemania con el 33% de la producción total. Los restantes países se sitúan por debajo del 10%. España representa el 9%, cifra muy superior a la media comunitaria.

Los principales países exportadores de tablero de partículas son Alemania, Bélgica y Austria mientras que los principales importadores son Alemania, Reino Unido y España. Actualmente, el consumo medio de tableros de partículas en la UE supera en cinco veces el consumo de tableros contrachapados.

Por último, la industria del tablero de fibras ha experimentado en los últimos años, una fuerte evolución y un espectacular crecimiento del consumo. Ambos fenómenos se deben al desarrollo de diversos tipos de tableros de fibras y a los problemas medioambientales generados por la fabricación de determinados tipos de tableros.

Respecto al diagnóstico cuantitativo del sector forestal mexicano se destaca:

Dado que el diagnóstico está basado en cifras reportadas oficialmente hasta el año 2004 fue necesario proyectar la información esperada para: producción forestal, valor de la producción, consumo aparente y balanza comercial de los productos forestales provenientes de plantaciones y del bosque nativo. También se concentraron las estadísticas de la producción forestal a nivel mundial.

Los resultados indican que el sector forestal mexicano está en crisis, derivado principalmente por la disminución y estancamiento en la producción forestal, en su valor y en los precios de los productos; también por la tendencia negativa y creciente de la balanza comercial.

De manera específica, la producción nacional forestal se ha mantenido casi constante a lo largo del periodo de análisis; sin embargo, el consumo doméstico ha crecido aceleradamente. Como resultado, la relación producción/consumo ha decrecido rápidamente durante el periodo de análisis, sobre todo en el periodo 2001-2004. Lo anterior se ve reflejado en la balanza comercial, que se vuelve cada vez más negativa.
La industria forestal por grupo de productos: madera de escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes, morillos; así como la dedicada a energéticos (leña y carbón), y la de durmientes, se abastece principalmente de la madera proveniente del bosque nativo, y en una menor proporción (cerca del 5%) proviene de plantaciones con fines comerciales. Lo anterior es una excelente oportunidad para hacer más competitivo al sector forestal a través de la oferta o abastecimiento de materias primas de calidad y entregadas con oportunidad.

Los productos de importación de los cuales México depende para la industria de la celulosa y el papel y para la industria de papeles corrugados, pueden ser obtenidos, aunque no podrán sustituirse en el corto ni mediano plazo las importaciones con materias primas provenientes de las plantaciones comerciales, ya que los objetivos de la plantaciones tienden a obtener materias primas con alto valor agregado (chapas de madera, madera de escuadría para la industria mueblera, y en menor medida para la celulosa y los tableros).

Por otro lado, se ofrece una excelente oportunidad de exportación de los productos procesados a partir de las materias primas de plantaciones en un futuro, tales como muebles de madera para dormitorios, para oficina y hotelería; marcos, listones y molduras, principalmente al continente europeo y Asia.

Finalmente, se prevé que la participación de los productos generados a partir de las materias primas en plantaciones comerciales, compensen la balanza comercial, ya que se pretende dar valor agregado a los mismos.

4.2.5. INVESTIGACIONES Y PAQUETES TECNOLÓGICOS NECESARIOS A DESARROLLAR.

Como se pudo analizar en la situación actual de la investigación en PFC, es necesario establecer líneas de investigación que tiendan a incrementar la productividad de las plantaciones forestales comerciales, por lo que se requeriría un plan rector a corto, mediano y largo plazo; así como estudios sobre las perspectivas de las PFC y proyectos relacionados al establecimiento de industrias adecuadas para usar las materias primarias provenientes de PFC (integración de la cadena productiva). En opinión de los investigadores entrevistados, los temas necesarios de investigación mencionados son:

- Mejoramiento genético forestal (Establecimiento de huertos semilleros, ensayos de especies y/o procedencias, etc.)
- Establecimiento y manejo de las plantaciones forestales (preparación del terreno, plantación, fertilización, aclareos, podas, nutrición, control fitosanitario, etc.), en especial relacionados con su efecto sobre productividad y calidad de la madera
- Técnicas de propagación vegetativa masiva (clonación); aplicaciones biotecnológicas, selección de especies y micro propagación
- Producción de planta en vivero de alta calidad
- Dinámica de crecimiento en plantaciones (evaluación dasométrica y financiera)
- Turnos y métodos de cosecha
- Procesamiento industrial; desarrollo y calidad de productos; tecnología en madera
- Análisis de la rentabilidad económica de las PFC. Impactos ambientales y socio-económicos de las plantaciones.

En opinión de los PST y los funcionarios de CONAFOR encuestados, opinan con mayor frecuencia que los temas de investigación que deben abordarse son aquellos relacionados con el manejo de las PFC, tales como: paquetes tecnológicos por especie; aprovechamiento de las PFC; genética de plantaciones; plagas y enfermedades; modelos de crecimiento por especie y por región; relación suelo-especie; prácticas silvícolas por especie, preparación de terreno; mejoramiento genético de las especies tropicales; calidad de la planta; densidad de la plantación; especies más rentables para el establecimiento de PFC; zonas potenciales para cada especie; banco de clones para especies de rápido crecimiento; e índices de sitio para especies comerciales de acuerdo a cada ecosistema. Dentro del sector industria, ambos grupos de encuestados opinan de la importancia de considerar a la

comercialización de productos forestales, mercado de las materias primas forestales y los temas relacionados con la calidad y transformación de la madera de PFC.

En opinión del grupo de trabajo, también es necesario abundar más en el impacto que las PFC tienen en el ambiente global. Los temas modernos relacionados con el calentamiento global, invitan a contar con mayor información acerca del ciclo global del carbono en PFC, lo que considera mecanismos de reciclaje de nutrimentos, captura de carbono, descomposición de materia orgánica, impacto en el ciclo hidrológico, entre otros.

Es importante mencionar que la falta de financiamiento para la investigación se convierte en una limitante para realizar investigación en PFC. También se hay que considerar que en muchas ocasiones existe poco entendimiento por parte de los productores, empresas privadas de plantaciones, e instituciones financieras, de la importancia de realizar investigación, por lo que la vinculación academia – plantadores – industria, se hace indispensable. Algunas empresas como FOMEX, destinan importantes sumas de dinero en investigación, sin embargo, es claro que no existe una vinculación formal entre ésta y grupos de investigación, de lograr ésta, se traduciría en un uso más eficiente de los recursos. Por otro lado, es importante que los resultados de investigación puedan ser aplicados a los procesos operativos, a efecto de hacer coincidir las necesidades operativas (a corto plazo) con las necesidades de investigación a largo plazo.
En relación al financiamiento de la investigación en PFC y en opinión del grupo de investigadores entrevistados, se considera que éste debe venir de varias fuentes, incluyendo el gobierno federal (CONACYT, CONAFOR), Estatal (gobiernos de los estados), empresas privadas, la industria forestal y los productores. Sin embargo, el financiamiento debe estar integrado y priorizado con base en el esquema de cooperativas regionales y/o por especie prioritaria, para atender problemas comunes. Se considera que sin tan sólo se invirtiera un 5 o 10% de los recursos operativos del PRODEPLAN en un programa de investigación asociado a las prioridades de dicho programa, redundaría en un mayor éxito del Programa de Plantaciones.

A continuación se presenta la opinión de este grupo de investigadores, en relación a quien debería financiar la investigación en PFC.

- La banca, quien debiera permitir créditos con tasas de interés suaves, pero que realmente hubiera ese financiamiento y sin tantas trabas. Hoy solo el FIRA apoya.
- Las empresas que hacen la PFC
- El sector industrial y propietarios (los beneficiarios de los resultados) y el sector oficial en coadyuvancia con el sector interesado.
- La Comisión Nacional Forestal y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

En relación a los paquetes tecnológicos, en la opinión de los investigadores entrevistados, no existe un sólo paquete tecnológico completo, lo cual se puede apreciar en el anexo, en donde se presentan paquetes tecnológicos de las seis especies más importantes en PFC, en donde, mucha de la información que se presenta, proviene de experiencias fuera del país. Por lo anterior, se hace necesario completar los paquetes tecnológicos con

experiencias nacionales de las especies más importantes a nivel nacional y establecer mecanismos de vinculación entre los diferentes sectores involucrados, a efecto de tener demandas de investigación más congruentes con las necesidades de investigación en PFC.

Algunas recomendaciones de tipo general para mejorar la investigación en PFC son las siguientes:

- Definición de las políticas adecuadas de plantaciones Forestales Comerciales
- Establecer una reunión general entre investigadores y empresas que se dedican a PFC y establecer necesidades, compromisos, una estrategia regional y nacional
- Definir un plan rector nacional y por regiones, aglutinador, inter-institucional (tanto a nivel de instituciones de investigación como de carácter normativo). Evitar fragmentación en la investigación y duplicidad. Unir fortalezas bajo un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo, que considere toda la cadena productiva y que tome en cuente experiencias nacionales e internacionales y situaciones de éxito y fracaso.
- Aumentar financiamiento; diversificar las fuentes de financiamiento; establecer un programa de investigación con metas a largo plazo que priorice los problemas a resolver; Establecer mecanismos de asociación y vinculación entre el sector operativo y el de investigación (formación de cooperativas de productores, asociadas a las instituciones de investigación)
- Reorientar la investigación por ecosistema y especie. Cabe señalar que la base genética debe ser primeramente estudiada.

4.2.6. RIESGOS OPERACIONALES, DE MERCADO, POLÍTICOS Y ECOLÓGICOS

Riesgos operacionales

Las plantaciones forestales comerciales (PFC) son una actividad que presenta una tendencia creciente a partir de 1997, cuando se iniciaron los subsidios, aun cuando hay algunos antecedentes aislados a partir de 1932. Sin embargo, todavía se tienen algunos riesgos operacionales que pueden limitarlas, si es que se quiere mantener su crecimiento hasta que se alcancen las metas establecidas y realmente contribuyan a reducir sustancialmente nuestro déficit de materias primas y productos forestales.

Dentro de estos riesgos, pueden mencionarse algunos de ellos en forma enunciativa, sin que esto quiera decir que no existan otros, o que a través del desarrollo de la actividad aparezcan algunos nuevos que no se vislumbran actualmente.

Escasez de tierras:

Hasta ahora, gran parte de la superficie que se ha plantado son propiedades privadas rentadas a empresas plantadoras. Este esquema parece estar agotándose rápidamente debido a diferentes causas, como la no disposición de los dueños para rentarlas o algunas malas experiencias que se han tenido con esta práctica.

Es necesario promover esquemas de asociaciones más atractivos y la participación más activa de los dueños privados, los ejidos y las comunidades en la actividad, y la aplicación de las recomendaciones que se generen al respecto en los estudios de las cuencas industriales forestales (CIF) realizados y en desarrollo.

Falta de desarrollo tecnológico:

El desarrollo tecnológico de la actividad, en cuanto a establecimiento, cultivo, cosecha e industrialización, prácticamente no ha avanzado, principalmente por falta de un programa de desarrollo de investigación y tecnología adecuado y falta de incentivos para el establecimiento de nuevas industrias, diseñadas para procesar las materias primas características de las PFC.

Nuevamente, en este aspecto será importante el desarrollo de las CIF, así como la integración efectiva de las cadenas productivas pertinentes, la aplicación de un programa agresivo de investigación y desarrollo tecnológico, con apoyo económico suficiente; todo lo anterior, acompañado de un programa de incentivos y tal vez hasta el otorgamiento de subsidios, para el establecimiento de la industria apropiada.

Infraestructura deficiente:

En general, actualmente la mayoría de los proyectos están ubicados en áreas bastante accesibles y que normalmente tienen buena infraestructura en cuanto a carreteras y caminos de acceso, electrificación, telefonía y fuentes de agua, además de otros servicios.

Conforme vaya aumentando la superficie plantada, esta situación seguramente cambiará y cada vez los proyectos tendrán que establecerse en áreas menos accesibles y por lo tanto con menos desarrollo de infraestructura.

Por lo anterior, será importante la elaboración de programas de coordinación con las instancias correspondientes, para que el desarrollo de la infraestructura mencionada se produzca acorde con las necesidades. En este aspecto también es importante la aplicación de las recomendaciones que resulten de los estudios de las CIF.

Escasez de técnicos capacitados:

Es común que al inicio de los proyectos de cierta envergadura, el primer problema que enfrenta los inversionistas es la escasez de asesoría especializada y de técnicos que se hagan cargo de los proyectos a nivel operativo. Es común la contratación más o menos hostil de personal que labora en otros proyectos en desarrollo, y que se tenga que llevar un proceso de aprendizaje, que a veces es lento y costoso, en términos de los errores que se cometen por la falta de la experiencia y capacitación específicas.

Para subsanar lo anterior, es necesario elaborar un programa de capacitación específica de varios niveles, desde Maestrías o Diplomados para profesionales de alto nivel, hasta viveristas y técnicos con otras habilidades como: la identificación y el control de plagas, prevención y control de incendios, construcción de caminos y toma de datos para investigación y desarrollo tecnológico, entre otros.

Aquí es muy importante la colaboración entre plantadores, que en forma equivocada se ven casi como enemigos, y todas sus actividades las consideran casi como "secretos de estado", hasta un límite exagerado.

Los programas de capacitación deben incluir estancias de campo más o menos largas en proyectos en desarrollo, que permitan adquirir verdadera experiencia en el saber hacer. Los cursos de fin de semana, para cumplir con cuotas de capacitación realmente sólo llegan a un nivel informativo y rara vez formativo.

Riesgos de mercado

Falta de mercados:

Es común que los proyectos de PFC se inicien sin ninguna planeación adecuada con relación al tipo de productos y su destino final, principalmente en el caso de los proyectos micro o pequeños (< a 101 ha); aunque también suele ocurrir, en no pocos casos, en proyectos medianos y grandes (de 101 ha y mayores).

Esto produce contratiempos fuertes a la hora de pretender comercializar la producción y facilita que los dueños acudan a compradores únicos, que fijan precios arbitrarios o bien a intermediarios y acaparadores, en el mejor de los casos, o definitivamente enfrentar la ausencia total de compradores, sobre todo de los productos de las especies menos conocidas.
Es necesario desarrollar una campaña informativa y un sistema de información accesible a los productores y compradores sobre: precios, mercados y tipos de productos y usos adecuados. El desarrollo de las cadenas productivas y la diversificación de productos pueden ser muy importantes en este aspecto.

Cambios en los mercados locales e internacionales:

Un riesgo innegable lo representan los cambios repentinos en las preferencias locales e internacionales, así como las fluctuaciones en los precios.

Poco puede hacerse para contrarrestar problemas de este tipo, como no sea la información oportuna y la diversificación de opciones de venta y de tipos de productos. La integración de cadenas sería un buen remedio a estos problemas.

Desarrollo industrial insuficiente:

Ya se ha comentado sobre la necesidad de promover y apoyar el desarrollo de una industria pertinente para al aprovechamiento de las materias primas provenientes de las PFC, así como lo relacionado con su ubicación.

Riesgos políticos

Cambios en la política de apoyo:

A partir de la creación del PRODEPLAN y luego de la continuación de los apoyos a las PFC a través del ProÁrbol, éstos se han mantenido e incrementado. Sin embargo, no estamos exentos de que se presenten cambios en esta política, ocasionados por cambios en el poder y por presiones equivocadas de grupos de interés desorientados, o que buscan sus propios nichos de poder.

Una forma de contrarrestar lo anterior es el buen seguimiento de los apoyos que se proporcionan, y la promoción del desarrollo de organizaciones de productores e industriales fuertes y bien informadas, así como de la información oportuna e inteligente de la sociedad.

Restricciones legales

Es un hecho que los participantes en esta actividad siguen quejándose de la aplicación de una normatividad compleja y discrecional.
Debe hacerse un esfuerzo por simplificar la legislación y normatividad relacionada con las PFC, así como normalizar su aplicación a nivel nacional a lo cual puede contribuir mucho la profesionalización de los funcionarios encargados de su aplicación, en todos los niveles.
Riesgos ecológicos

Incumplimiento de la normatividad:
Se reconoce que las instituciones federales y estatales no tienen la capacidad operativa para vigilar la aplicación correcta de la normatividad, principalmente en lo relacionado con el estado original de los terrenos en los cuales se realizan las PFC. Sigue dándose el caso de la sustitución de vegetación original por plantaciones.

Incumplimiento de los programas de manejo:
Tampoco hay una forma efectiva de dar seguimiento a la aplicación de lo establecido en los programas de manejo, principalmente en lo relacionado con el apartado ambiental.

Malas prácticas culturales

La introducción indiscriminada de semilla y con ella de plagas y enfermedades, podría representar en el futuro un problema serio de sanidad y pérdidas de cosechas.
También pueden llegar a representar algunos riesgos los aspectos relacionados con: la construcción de vías de acceso, la preparación inadecuada de los terrenos, la falta de o la aplicación errónea de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas).

Para prevenir todos estos aspectos, mencionados como riesgos ecológicos, existen varios caminos, entre otros:

- El fortalecimiento de las instituciones y la descentralización paulatina de funciones y responsabilidades,
- El fortalecimiento de las organizaciones de productores e industriales que les permita aplicar sus propios códigos de conducta técnica y ambiental,
- La realización de auditorías técnicas y ambientales oficiales aleatorias,
- El apoyo a la realización de auditorías técnicas y ambientales voluntarias,
- El apoyo a la certificación voluntaria del manejo y las cadenas productivas con un esquema nacionalizado, en el que se elimine la posibilidad de prácticas monopólicas de corte vicioso internacional,
- La vigilancia y seguimiento de las fuentes de germoplasma usados y por usar y,
- El desarrollo de los paquetes tecnológicos adecuados y necesarios

4.3. ASPECTOS NORMATIVOS.

4.3.1. LEGISLACIÓN SOBRE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN MÉXICO

Antecedentes sobre la legislación forestal en México.

Antes de la primera Ley Forestal de 1926 no reglamentación formal para la explotación o protección del recurso forestal; únicamente encontramos disposiciones dispersas en la Recopilación de Indias y la Novísima Recopilación entre los siglos XVI y XIX.

Asimismo, en el año 1813 se publicaron dos decretos con contenido forestal y en 1861, la entonces Secretaría de Fomento expidió el primer reglamento sobre la corta de árboles en terrenos nacionales.

Bajo el gobierno del presidente Porfirio Díaz, se expidió una circular dirigida a los gobernadores de los estados con el fin de que cada entidad dictara disposiciones conducentes a impedir la destrucción de los bosques y que la explotación forestal se sujetara a normas nacionales.
Posteriormente, en 1894 el Reglamento para Beneficio de los Bosques Nacionales fue publicado, siendo la ordenanza más completa en cuanto a la corta de maderas, imponiendo a los particulares ciertas condiciones para efectuar la explotación de los bosques.
En el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, se establece que la propiedad de las tierras y aguas corresponden originariamente a la Nación, la cual tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares.
Por lo anterior, la legislación forestal tiene su fundamento en el párrafo tercero de ese artículo, en donde se señala, que la Nación tiene el derecho de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación y en consecuencia, se dictarán las medidas necesarias, para entre otros, establecer usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, así como para preservar y conservar el equilibrio ecológico y el fomento de la silvicultura.

De 1926 a la fecha se han publicado siete Leyes Forestales y tres de ellas fueron además modificadas (Cuadro 46).

LEYES FORESTALES		
LEY FORESTAL	VIGENCIA AÑOS	PERIODO PRESIDENCIAL
1926	16	Elías Calles
1942	6	Ávila Camacho
1948 (se reformó en 1951)	12	Alemán Velasco
1960 (se reformó en 1971)	16	López Mateos-Echeverría
1986	6	De la Madrid
1992 (se reformó en 1997)	11	Salinas de Gortári-Zedillo
2003 LGDFS	6	Fox Quesada

Fuente: Modificada de Caballero Deloya. 2005.

Cuadro 46. Leyes Forestales de México

Por lo tanto, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), como ley reglamentaria del artículo 27 constitucional, es de orden e interés público y observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto regular y fomentar, entre otros, la conservación, protección, restauración, producción, cultivo de los ecosistemas forestales. Así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX de la Constitución, con el fin de propiciar el desarrollo sustentable.

Antecedentes de la legislación y normatividad sobre plantaciones forestales (PFC) en México

Aunque desde la época prehispánica ha habido una serie de preceptos relacionados con diferentes aspectos de la actividad forestal, la legislación forestal formal se inicia propiamente con la primera Ley Forestal del 24 de abril de 1926, misma que en materia de reforestación, declara de utilidad pública la conservación y preservación de

la vegetación forestal en todo el territorio, específicamente en las zonas de protección.
La segunda Ley Forestal data del 17 de marzo de 1942, la cual tiene por objeto reglamentar, proteger y fomentar la conservación, restauración, propagación y aprovechamiento de la vegetación forestal y de los productos de ella derivados. Surge la modalidad de las Unidades Industriales de Explotación Forestal (UIEF), quienes se obligan a realizar directamente trabajos de reforestación.

En esa época la mayoría de las UIEF instalaron viveros y dedicaron personal a los trabajos propios de plantación y cuidado de los árboles, con lo cual la mayor parte de las masas arboladas no se vieron afectadas en su calidad.

El 30 de diciembre de 1947 se publicó la tercera ley, en ésta se promueve una campaña importante de reforestación, con lo cual se propicia la creación de la mayoría de los actuales viveros y se impone a los permisionarios del bosque la obligación de plantar 10 árboles por cada metro cúbico de madera que se aprovechara, aunque esta medida no se cumplió en su totalidad, por falta de supervisión por parte de las autoridades forestales.

El 31 de diciembre de 1951, se reformó esta ley y se introdujeron algunas modificaciones, como transferir el Fondo Forestal a un fideicomiso constituido para el fomento de los viveros; también, se consideran como reservas forestales sujetas a proceso de reforestación las zonas concesionadas a las UIEF, con el fin de declararlas inafectables. Por otra parte, a los permisionarios de los recursos no maderables esta ley los obligaba a reforestar.

La cuarta ley se publicó el 16 de enero de 1960, con ella se continuó la tendencia a reforestar y crear nuevos viveros. Se complementa con el naciente Programa Nacional Forestal, publicado en 1965, en donde se creó un marco institucional adecuado para el desarrollo forestal a nivel nacional; también, se estableció la responsabilidad de la entonces, Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de vigilar que las concesiones de aprovechamiento se apoyaran en un sistema técnico que consideraba la presentación de planes permanentes para el combate de incendios, protección contra las plagas y enfermedades, y convenios para la instalación de viveros y servicios permanente de reforestación.

La quinta ley se publicó el 30 de mayo de 1986, ésta fue una ley muy discutida, en virtud de que aparece cuando la administración forestal entra en un evidente deterioro y se le quitan facultades para transferirlas a otras dependencias como las secretarías de Reforma Agraria, Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y de Comercio y Fomento Industrial.

Dentro de su objeto incluye la conservación, preservación, mejoramiento y restauración de los ecosistemas forestales, sin que los defina. También el de establecer plantaciones con fines de protección de cuencas, producción silvícola y apoyo agropecuario.

Esta ley dictaba las normas para la conservación, protección, fomento y certificación de los recursos genéticos forestales; la regulación y promoción de la recolección, beneficio, reproducción y distribución de semillas y material vegetativo; realizar programas de forestación y reforestación en todo el territorio nacional, para fomentar y conservar los recursos forestales, con el objetivo de satisfacer las necesidades que en lo futuro se tuvieren de productos derivados de la madera, así como conservar los regímenes hídricos y todos aquellos que contribuyan al fomento forestal, conjuntamente con SEDUE y otras dependencias.

Hasta antes de esta ley, sólo se mencionaba en general la realización de acciones de reforestación y restauración, pero la inclusión del concepto de establecer plantaciones para "producción silvícola" y la satisfacción de necesidades futuras de madera, posiblemente sea la primera mención de la actividad de plantar árboles con objetivos productivos y comerciales.

La sexta ley del 16 de diciembre de 1992 señala que son atribuciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en materia forestal, formular y organizar coordinadamente con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), un programa permanente de reforestación y forestación para el rescate de zonas erosionadas.

Como una modalidad se indica que debe obtenerse autorización para forestar y reforestar en terrenos forestales o de vocación forestal, en superficies mayores a 10 hectáreas y en superficies menores, requieren únicamente de ser notificado por escrito a la SARH, misma que a su vez lo informará a SEDESOL.

Otorgaba a la SARH, conjuntamente con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y SEDESOL la potestad para elaborar y aplicar medidas para fomentar la conservación, protección, restauración y uso múltiple de los recursos forestales.

La SARH, escuchando la opinión del Consejo Técnico Consultivo y tomando en cuenta las necesidades de recuperación en zonas de suelos deteriorados, las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las mismas y los requerimientos para promover cierto tipo de plantaciones, determinara áreas geográficas en que deberán fomentarse las labores de conservación, protección y restauración forestal; así como para las plantaciones agroforestales, para leña, protección de cuencas, comerciales y de otra naturaleza.

La regulación de las plantaciones con fines comerciales correspondía entonces a la SARH y la reforestación con fines de protección al Programa Nacional de Reforestación (PRONARE) que dependía de la SEDESOL, éste no tenía fundamento, ni en la Ley de la Administración Pública Federal, ni en la forestal; sino únicamente éste fue mencionado en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, en el rubro dedicado al aprovechamiento y conservación de los bosques en el territorio nacional, restaurando mediante la reforestación los ecosistemas. En 1995 se le sumó el Programa Ecológico de Solidaridad Forestal que dependía de la SEDESOL, el cual fue constituido en 1992 mediante un acuerdo presidencial.

Al publicarse el Reglamento de la Ley el 21 de febrero de 1994 se indican una serie de definiciones, que fueron un punto clave de controversia, y que se transcriben a continuación:

XII. FORESTACIÓN ES EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN EN TERRENOS DE APTITUD PREFERENTEMENTE FORESTAL, ABARCANDO SUPERFICIES MAYORES A UNA HECTÁREA.

XXIII. REFORESTACIÓN ES EL ESTABLECIMIENTO INDUCIDO DE VEGETACIÓN FORESTAL EN TERRENOS FORESTALES, QUE ABARCA SUPERFICIES MAYORES A UNA HECTÁREA.

En el artículo 3° de la Ley Forestal se definen los terrenos forestales como aquellos cubiertos por bosques, selvas o vegetación de zonas áridas.

Y he aquí el motivo de la confusión: el párrafo XXX señala que es terreno de aptitud preferentemente forestal, aquel que no estando cubierto por bosques, selvas o vegetación forestal de zonas áridas, pueda incorporarse al uso forestal, siempre que tenga una pendiente mayor de 15%, con una extensión superior a los 25 metros de longitud. Se excluirán o incluirán los terrenos que por sus condiciones especiales de clima, suelo o topografía se determinen en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que para tal efecto expidan las secretarias de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la de Desarrollo Social.

Lo anterior tuvo poco efecto en cuanto a regular realmente a las PFC, ya que estas generalmente se realizan en pendientes menores dado que es más costeable plantar y cosechar en esas condiciones. Con base a estos precepto, se permitía realizar plantaciones comerciales en terrenos con una pendiente menor, sin que mediara más trámite, tratándolas como un cultivo sui generis.

En diciembre de 1994 se publicaron reformas a la Ley de la Administración Pública Federal y en ella se creó a la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), asimismo, se cambia el nombre a la SARH por el de Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), esto conllevó a un cambio en materia forestal, toda vez que la Subsecretaría Forestal pasó a SEMARNAP y por lo tanto las actividades de forestación y reforestación dejo de normarlas la SAGAR.

Con base en Ley Federal sobre Metrología y Normalización que tiene por objeto, entre otros: instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal; establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal.

Esta ley, establece en su artículo 48, que en casos de emergencia, la dependencia competente podrá elaborar directamente, aún sin haber mediado anteproyecto o proyecto y, en su caso, con la participación de las demás dependencias competentes, la norma oficial mexicana de emergencia, misma que ordenará se publique en el Diario Oficial de la Federación, con una vigencia máxima de seis meses.

Este fue el caso de la NOM de emergencia, publicada en mayo de 1996, NOM-EM-002-SEMARNAP/SAGAR-1996, la cual establecía regulaciones para las plantaciones forestales comerciales (PFC) en "terrenos con aptitud preferentemente forestal", a los cuales definió como "Se consideran como terrenos de aptitud preferentemente forestal para el establecimiento de plantaciones forestales, aquellos que no estando cubiertos por bosques, selvas o por vegetación forestal de zonas áridas, y que sin distinción de su pendiente, extensión superficial o de uso agrícola y/o pecuario, presenten procesos de degradación y sean susceptibles de incorporarse al uso forestal".

Entre otros requisitos, se mencionaba la necesidad de elaborar programas de manejo que contemplaran medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales adversos. También determinaban los requisitos, criterios y procedimientos para su operación y aprovechamiento.

Esta NOM, reguló por seis meses el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales, incluyendo aquellas que se establecieron en terrenos con pendientes menores al 15%.

Las diversas reformas a la Ley Forestal (de1992), que se publicaron en mayo de 1997, incluyeron, los requisitos para establecer, cultivar y cosechar las plantaciones forestales comerciales, los cuales se resumen de la siguiente manera:

- Si la superficie es menor o igual a 20 hectáreas, se requiere un Aviso de Forestación (AF; artículo 16 de la Ley y 34 del Reglamento).
- Si la superficie es mayor de 20 hectáreas y menor o igual a 250 hectáreas, se requiere un Informe de Forestación (IF; artículo 17 de la Ley y 36 y 37 del Reglamento), el cual debe incluir entre otras cosas, el correspondiente Programa Integrado de Manejo Ambiental y Forestación (el llamado PIMAF chico) (fracción III de este artículo).
- Si la superficie es mayor de 250 hectáreas, también se requiere un Informe de Forestación (artículo 19 de la Ley y 38 del Reglamento), aunque el PIMAF debe adicionarse con tres capítulos adicionales (el llamado PIMAF grande).

Sin embargo, a pesar de lo específico de esta regulación y las ventajas que significaba su aplicación para la actividad de las PFC, se enfrentaron varias dificultades para su aplicación correcta, principalmente las que acarreó la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) de 1987, la cual establecía en la fracción VI, del Artículo 28, que las plantaciones forestales, requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAP.

Lo anterior, a pesar de que en el Artículo 31 de esta misma Ley, se indica, en su fracción I, que las plantaciones forestales, entre otras actividades, sólo requerirían de la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, ya que existían normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulaban en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades (en este caso, la norma de emergencia y la Ley Forestal modificada en 1997).

Posteriormente, tratando de corregir lo anterior, la SEMARNAT emitió las Circulares/12-1997 y 01-1998, que precisaban el procedimiento de dictaminación y aprobación de los IF y PIMAF, y el Acuerdo/09-1999, a través del cual se delegaba la autorización de los AF, IF y PIMAF, a sus delegaciones federales.
Por otro lado, la misma Ley Forestal en su artículo 23, indica que los programas de manejo deberán ser elaborados, dirigidos en su ejecución técnica y evaluados por prestadores de servicios técnicos forestales debidamente autorizados, los cuales serian contratados libremente.

Lo anterior significa que al forestar más de 20 hectáreas, debería contratarse a un prestador de servicios técnicos no sólo para realizar las actividades mencionadas en el punto anterior, sino también para elaborar los informes anuales y eventuales del caso. Esto representaba un costo, tanto para pequeños propietarios, como para ejidatarios y comuneros.

Finalmente la séptima ley fue publicada el 21 de febrero de 2003, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento de febrero de 2005, los cuales se analizaran adelante en el capítulo correspondiente.

Por lo que respecta a la Ley Agraria, ésta permite que los ejidos puedan contratar con particulares, para realizar proyectos productivos hasta por treinta años y con ello se abre la posibilidad para realizar plantaciones con una recuperación a largo plazo.

En el artículo 45 de la misma Ley, se señala que las tierras ejidales podrán ser objeto de cualquier contrato de asociación o aprovechamiento celebrado por el núcleo de población ejidal, cuando se trate de tierras de uso común o los ejidatarios titulares en tierras parceladas. Estos contratos tendrán una duración acorde al proyecto productivo, no mayor de 30 años, que pueden ser prorrogables.

Con este precepto, queda soslayada la imposibilidad que existía para que los particulares realizaran contratos con los ejidatarios a fin de llevar a cabo plantaciones forestales comerciales.

En el artículo 75 de la Ley Agraria se establece que en casos de manifiesta utilidad para el núcleo de población ejidal, éste podrá transmitir el dominio de tierras de uso común a sociedades mercantiles o civiles en las que participen el ejido o los ejidatarios.
Esto abrió las puertas para que una sociedad pueda tener propiedades mayores a los límites impuestos a la propiedad individual, lo cual aparentemente favorecía la concentración de tierras, que es una característica favorable a las PFC. Sin embargo, por diferentes razones, hasta la actualidad no existe ningún proyecto de PFC en desarrollo, basado en una sociedad mercantil con aportación de tierras.
Finalmente, el artículo 126 establece que las sociedades mercantiles o civiles no podrán tener en propiedad tierras agrícolas, ganaderas o forestales en mayor extensión que la equivalente a veinticinco veces los límites de la pequeña propiedad individual que en este caso serían 20,000 ha, pero teniendo tantos socios como veces se rebasen esos límites (25 socios en el caso de 20,000 ha).

Legislación actual sobre PFC en México

La legislación que enmarca la actividad de las plantaciones forestales comerciales en el país, puede observarse en el Cuadro 47 que se presenta a continuación:

MARCO JURÍDICO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
LEY AGRARIA
LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE
LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE
LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE
LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE
ESTATUTO ORGÁNICO DE LA COMISIÓN NACIONAL FORESTAL
LEY DE METROLOGÍA Y NORMALICACIÓN (NORMAS OFICIALES MEXICANAS; NOM´S)

Cuadro 47. Normatividad relacionada con las PFC

Síntesis de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento en materia de plantaciones forestales comerciales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente, fue publicada en febrero de 2003, cuya última reforma fue publicada en noviembre de 2008.

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicado en de febrero de 2005, y tiene por objeto reglamentar a la LGDFS en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Conforme a esta ley las instancias que inciden en la regulación y promoción de las plantaciones forestales comerciales son: la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
De acuerdo al artículo 12 fracciones XXXI y XXXII de la LGDFS, la federación tiene la atribución de expedir las autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos forestales y de las plantaciones forestales comerciales, así como de recibir los avisos de las mismas.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como instancia normativa, tendrá la atribución de otorgar las autorizaciones y recibir los avisos de las plantaciones forestales comerciales, de acuerdo al artículo 16 fracción XXII de la propia LGDFS.

La Comisión Nacional Forestal, que es la instancia operativa de fomento, con relación a las plantaciones forestales comerciales; es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios y la coordinación sectorial de la Comisión corresponde a la SEMARNAT.

La Comisión se encarga de desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de protección, conservación y de restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable y sus instrumentos (Artículo 17, LGDFS).

La Comisión ejercerá entre otras atribuciones: el dirigir, promover y coordinar los programas institucionales de plantaciones forestales comerciales y de desarrollo forestal (Fracción XXX, artículo 22; LGDFS).

Sobre las plantaciones forestales comerciales, la LGDFS las clasifica según se trate de aquellas que se establecen en tres tipos de terrenos:

I. Terrenos temporalmente forestales (agrícolas, pecuarios, etcétera)
II. Terrenos preferentemente forestales y,
III. Terrenos forestales (en sustitución de vegetación nativa)

Por superficie:

I. En superficies menores a 800 hectáreas y,
II. Mayores a 800 hectáreas

En esta Ley se establece que las plantaciones forestales comerciales podrán hacerse sustituyendo la vegetación primaria, siempre y cuando se realicen estudios en donde se compruebe que no se pone en riesgo la biodiversidad, o que la vegetación nativa tenga poco valor comercial o biodiversidad y se juzgue conveniente promover plantaciones con especies introducidas.
Para lo cual la Secretaria expedirá la NOM en donde se establezcan las especies de vegetación forestal introducida que pongan en riesgo la biodiversidad (Artículo 85; LGDFS).
Aunque se promoverán las plantaciones utilizando especies nativas, que tecnológica y económicamente sean viables. Además tendrá la Secretaría la facultad de supervisar el manejo de la plantación, para evitar el impacto ambiental adverso (Artículo 86; LGDFS.
Como requisitos para la autorización del establecimiento de plantaciones forestales comerciales, la LGDFS y el RLGDFS establecen:

Aviso de Plantación Forestal Comercial

Las plantaciones forestales comerciales en terrenos temporalmente forestales o en predios con superficies menores o iguales a 800 hectáreas, únicamente requerirán de un aviso por escrito del interesado a la Secretaría, que deberá contener (Artículo 87, LGDFS):

I. El nombre, denominación o razón social y domicilio del propietario o poseedor del predio o conjunto de predios;
II. El título que acredite el derecho de propiedad o posesión respecto del terreno o terrenos objeto de la solicitud;
III. En caso de cesión de los derechos de la forestación a terceros, señalar los datos indicados en la fracción I correspondientes al cesionario y la documentación que acredite dicha cesión;
IV. Plano georeferenciado indicando ubicación, superficie y colindancias del predio o conjunto de predios, ubicándolo dentro de la cuenca y subcuenca hidrológica-forestal y Unidad de Manejo Forestal, cuando exista, donde se encuentre el predio o predios;
V. El programa de manejo de plantación forestal simplificado, y
VI. Una manifestación, bajo protesta de decir verdad, de la situación legal del predio o conjunto de predios, y en su caso, sobre conflictos agrarios.

Cuando la solicitud de una autorización de plantación forestal comercial sobre terrenos de propiedad de un ejido o comunidad sea presentada por un tercero, éste deberá acreditar el consentimiento del núcleo agrario mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria (Artículo 88; LGDFS).

El programa de manejo de plantación forestal simplificado, del que se habla en el inciso V de arriba, deberá contener (Artículo 46 del RLGDFS):

I. Objetivo de la plantación;
II. Planos que señalen superficies y especies forestales por plantar anualmente en cada predio, identificadas con su nombre común y científico;
III. Métodos de plantación;
IV. Propuesta de apertura o rehabilitación de brechas o caminos;
V. Labores de prevención y control de incendios forestales;

VI. Actividades calendarizadas, turnos, fechas y volúmenes estimados de cosecha;
VII. En caso de que las especies a plantar sean exóticas, las actividades para evitar su propagación no controlada en las áreas con vegetación forestal, y
VIII. En su caso, datos de inscripción en el Registro del prestador de servicios técnicos forestales, responsable de la elaboración, ejecución y evaluación del programa de manejo de plantación forestal comercial simplificado.

Una vez presentado el aviso de plantación forestal comercial, la Secretaría emitirá una constancia de registro en un plazo no mayor de cinco días hábiles. Si después de este plazo la Secretaría no la ha emitido, el titular quedará facultado a iniciar la plantación. (Artículo 89; LGDFS).

Cuando se trate de plantaciones forestales comerciales en terrenos forestales temporales, el titular podrá iniciar la plantación desde el mismo momento de la presentación del aviso.

El aviso de plantación forestal comercial facultará a sus titulares a realizar su aprovechamiento, cuando el titular lo juzgue conveniente según las condiciones de mercado y otros factores (Artículo 90; LGDFS).

Por otra parte el titular del aviso de plantación forestal comercial deberá presentar anualmente un informe que señale las distintas actividades desarrolladas en las fases de trabajo, cuyos requisitos se deberán contener en el Reglamento de la presente Ley. Artículo 91 de la LGDFS.

Programa de Manejo de Plantación Forestal Comercial

Para obtener la autorización de plantaciones forestales comerciales en terrenos preferentemente forestales, con superficies mayores a 800 hectáreas, el interesado deberá presentar solicitud mediante formato que expida la Secretaría, que contenga lo siguiente (Artículo 47; RLGDFS). Lo que no es necesario tratándose de terrenos temporalmente forestales (Artículo 92; LGDFS).

I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del titular o titulares del predio o conjunto de predios;
II. Nombre, denominación o razón social y domicilio de quien tenga derecho a realizar los trabajos de plantación, y
III. En su caso, el nombre y datos de inscripción en el Registro del prestador de servicios técnicos forestales responsable de la elaboración, ejecución y evaluación del programa de manejo forestal de plantación forestal comercial.

La solicitud de autorización a que se refiere el artículo anterior deberá presentarse con los anexos siguientes (Artículo 48; RLGDFS):

I. Original o copia certificada del título de propiedad o posesión del predio o conjunto de predios de que se trate, inscrito en el registro público que corresponda, así como copia simple para su cotejo;
II. Original o copia certificada del instrumento en que conste el derecho para realizar las actividades de plantación, mismo que deberá tener una vigencia igual o mayor a la establecida en el programa de manejo de la plantación, así como copia simple para su cotejo;
III. En el caso de ejidos y comunidades, se deberá presentar original del acta de asamblea en la que conste

su consentimiento para realizar la plantación, inscrita o en trámite de inscripción en el registro que corresponda, así como copia simple para su cotejo, y

IV. Programa de manejo de la plantación forestal comercial que contenga lo siguiente:

a) Objetivos de la plantación;
b) Vigencia, en la que se exprese el periodo o periodos para el logro de los objetivos del programa;
c) Ubicación del predio o predios a plantar, que deberá señalarse en plano georeferenciado, en el que se indiquen colindancias, principales asentamientos humanos y vías de comunicación, así como la superficie de los predios y el área a plantar;
d) Descripción de los principales factores bióticos y abióticos de las superficies a forestar;
e) Especies que serán utilizadas, las que deberán identificarse por medio de su nombre científico y común, así como la justificación técnica para su selección;
f) Medidas para la prevención, control y combate de plagas, enfermedades e incendios;
g) Acciones de manejo para mantener y aprovechar la plantación en las superficies y en los ciclos correspondientes, y
h) En caso de que las especies a plantar sean exóticas, las actividades para evitar su propagación no controlada en las áreas con vegetación forestal.

Cuando la información requerida para los programas de manejo se contenga en los estudios regionales o zonales de las unidades de manejo forestal a que se refiere el artículo 112, fracción III, de la Ley, bastará que los interesados los presenten o hagan referencia a éstos, cuando ya se hayan presentado a la Secretaría.

Las acciones de manejo de la plantación forestal comercial, referidas en el artículo 48, fracción IV, inciso g), del Reglamento, se detallarán de la siguiente manera (Artículo 49; RLGDFS):

I. Manejo silvícola, que contendrá:

a) Actividades de preparación de la superficie a plantar;
b) Actividades de plantación con su calendario, y
c) Labores silvícolas a realizar, con su calendario.

II. El aprovechamiento de la plantación, que deberá contener:

a) Procedimiento para la extracción de productos;
b) Red de caminos, y
c) Programa de cortas.

III. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que puedan generarse durante el desarrollo del programa, las que deberán contener:

a) Medidas para preservar y proteger el hábitat de especies de flora y fauna silvestres;
b) Medidas para protección, conservación y mejoramiento del agua y suelo;
c) Superficies con vegetación natural a conservar o establecer;

d) Medidas que se aplicarán en caso de interrupción del programa o a su conclusión, con el objeto de recuperar o restablecer las condiciones que propicien la continuidad de los procesos naturales, y
e) Calendario de actividades programadas.

En el caso de que la Secretaría no hubiera emitido resolución en los plazos previstos en esta Ley, se entenderá autorizada la plantación forestal comercial.

Cuando el cultivo de una plantación forestal comercial se integre o pretenda integrarse a una unidad de producción mayor, el propietario o poseedor de la plantación deberá presentar un nuevo aviso de forestación comercial o solicitud de autorización (Artículo 95; LGDFS).

El manejo de la plantación forestal comercial estará a cargo de los titulares de la plantación y en el caso de que se contrate a un prestador de servicios técnicos forestales, este será responsable solidario (Artículo 96; LGDFS).

Artículo 96 del Reglamento de la LGDFS en relación a los aprovechamientos forestales de plantaciones forestales comerciales, señala que los interesados en obtener remisiones forestales, deberán solicitarlo a la Secretaría mediante el formato que expida, el cual deberá contener lo siguiente:

I. Para realizar el trámite por primera vez:

a) Número y fecha de autorización o de la constancia de aviso de aprovechamiento o plantación, así como código de identificación;
b) Cantidad de folios solicitados;
c) Cantidad por tipo de materia prima forestal, productos o subproductos a transportar, y
d) Datos de inscripción en el Registro.

Junto con la solicitud deberá presentarse la relación de marqueo que muestre la distribución de productos, incluyendo el volumen autorizado en el programa de manejo forestal o previsto en el aviso de aprovechamiento forestal, así como saldos.

II. Para trámites subsecuentes, además de lo previsto en los incisos b) y c) de la fracción anterior, se deberá indicar:

a) Número y fecha de oficio de la entrega de los folios inmediatos anteriores;
b) Relación de folios no utilizados y cancelados, y
c) Volumen extraído acumulado y saldos de la anualidad correspondiente.

Para el caso de plantaciones forestales comerciales, no se requerirá la relación de marqueo mencionada arriba.

Síntesis de otras legislaciones y normatividad nacional aplicable a las PFC.

De acuerdo al artículo 32 Bis a la Ley Orgánica de la Administración Pública, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, corresponde el despacho de, entre otros, los siguientes asuntos relacionados con las plantaciones forestales:

I. Fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable;

III. Administrar y regular el uso y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que correspondan a la Federación,….;

V. Vigilar y estimular, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, el cumplimiento de las leyes, normas oficiales mexicanas y programas relacionados con recursos naturales, medio ambiente, aguas, bosques, flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, y pesca; y demás materias competencia de la Secretaría,….;

X. Promover el ordenamiento ecológico del territorio nacional, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, y con la participación de los particulares;

XII. Elaborar, promover y difundir las tecnologías y formas de uso requeridas para el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sobre la calidad ambiental de los procesos productivos,…;

XIV. Evaluar la calidad del ambiente y establecer y promover el sistema de información ambiental, que incluirá los sistemas de monitoreo atmosférico, de suelos y de cuerpos de agua de jurisdicción federal, y los inventarios de recursos naturales y de población de fauna silvestre, con la cooperación de las autoridades federales, estatales y municipales, las instituciones de investigación y educación superior, y las dependencias y entidades que correspondan;

XVII. Promover la participación social y de la comunidad científica en la formulación, aplicación y vigilancia de la política ambiental, y concertar acciones e inversiones con los sectores social y privado para la protección y restauración del ambiente;

XXII. Coordinar, concertar y ejecutar proyectos de formación, capacitación y actualización para mejorar la capacidad de gestión ambiental y el uso sustentable de recursos naturales; estimular que las instituciones de educación superior y los centros de investigación realicen programas de formación de especialistas, proporcionen conocimientos ambientales e impulsen la investigación científica y tecnológica en la materia; promover que los organismos de promoción de la cultura y los medios de comunicación social contribuyan a la formación de actitudes y valores de protección ambiental y de conservación de nuestro patrimonio natural;….;

XXIII. Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y álveos de aguas nacionales, tanto superficiales como subterráneos, conforme a la ley de la materia;

XXIV. Administrar, controlar y reglamentar el aprovechamiento de cuencas hidráulicas, vasos, manantiales y aguas de propiedad nacional,….y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura y los servicios necesarios para el mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas;

XXXV. Participar con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en la determinación de los criterios generales para el establecimiento de los estímulos fiscales y financieros necesarios para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente;

XLI. Los demás que le atribuyan expresamente las leyes y reglamentos.

La Comisión Nacional Forestal CONAFOR) fue creada mediante decreto del 4 de abril de 2001 publicado en el Diario Oficial de la Federación, como un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios.

La CONAFOR tiene como objeto desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de protección, conservación y de restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable y sus instrumentos.

Dentro de su estructura la CONAFOR tiene varias coordinaciones, de ellas la Coordinación General de Producción y Productividad, cuenta con una Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales.

Otra ley que influye en la actividad de las plantaciones forestales comerciales es la Ley Agraria que en su artículo 5°. indica, que las dependencias y entidades competentes de la Administración Pública Federal fomentarán el cuidado y conservación de los recursos naturales y promoverán su aprovechamiento racional y sostenido para preservar el equilibrio ecológico.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de fecha 23 de diciembre de 1987, y reformada el 16 de mayo de 2008, no establece ninguna normativa sobre las plantaciones forestales comerciales, en virtud de que la fracción VI del artículo 28, fue derogada el 25 de febrero de 2003.

A pesar de la existencia de una normatividad sobre PFC en la LGDFS y su Reglamento, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental mantiene vigente la disposición de que las PFC requerirían una autorización previa de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, cuando se trate de (Artículo 5, inciso Ñ):

I. Plantaciones forestales con fines comerciales en predios cuya superficie sea mayor a 20 hectáreas, las de especies exóticas a un ecosistema determinado y las que tengan como objetivo la producción de celulosa, con excepción de la forestación con fines comerciales con especies nativas del ecosistema de que se trate en terrenos preferentemente forestales, y
II. Reforestación o instalación de viveros con especies exóticas, híbridos o variedades transgénicas.

La disposición anterior es por demás inadecuada, pues además de que los instrumentos necesarios para la aprobación del establecimiento de PFC, contemplan el análisis, prevención y remediación de los posibles impactos ambientales, las PFC no causan daños ambientales debido a su tamaño, procedencia de las especies y tipo de producción.

Los impactos pueden provenir de prácticas inadecuadas en cuanto a la preparación del sitio y otras labores culturales, los cuales también pueden ser causados por ese tipo de prácticas aun cuando se planten especies nativas.

Con relación al inciso II, ninguna especie introducida es nociva por ese sólo hecho, los híbridos no se reproducen, y no existe ninguna información científica de que el uso de especies arbóreas transgénicas introducidas, pueda causar algún daño a la flora y fauna nativas, ni mucho menos al hombre.

Existe un número considerable de Normas Oficiales Mexicanas (NOM´S) que tienen alguna aplicación en el desarrollo de proyectos de PFC. Sin embargo, su aplicación es casuística, y describirlas o comentarlas a todas está fuera del alcance de este trabajo. En el Anexo IV, se presenta una relación de las NOM´s ambientales que podían tener alguna aplicación en este caso.

Dentro de ellas pueden destacarse a las siguientes:

- NOM-015 SEMARNAT-SAGAR-1977. Sobre el uso del fuego en superficies agropecuarias, que tendría mucha aplicación si se usa el fuego como tratamiento silvícola en alguna etapa del desarrollo de las PFC, o para colaborar con agricultores vecinos para que quemen con seguridad y evitar incendios forestales.
- NOM-003-CONAGUA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Aplicable en los viveros forestales y sistemas de riego en las PFC.
- NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Aplicable en los viveros forestales y sistemas de riego en las PFC.
- NOM-019-SEMARNAT-2006. Que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores. Aplicable durante trabajos d saneamiento.
- NOM-020-SEMARNAT-2001. Procedimientos y lineamientos que deberán observarse para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo. Aplicable durante la preparación de las áreas.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Aplicable durante estudios de suelos en la áreas.
- NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección de especies nativas de flora y fauna en categorías de riesgo. Su aplicación puede ser necesaria en las áreas de PFC y de conservación dentro de las plantaciones.
- NOM-060-SEMARNAT-1998. Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal. Aplicable durante la preparación de las áreas y la extracción de los productos.
- NOM-061-SEMARNAT-1994. Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. Aplicable durante la preparación de las áreas y la extracción de los productos.

Principales problemas que se detectan en la legislación nacional sobre PFC.

A partir de la Administración Pública 1994-2000, las plantaciones forestales comerciales fueron incorporadas como uno de los programas prioritarios en materia forestal y durante este mismo lapso, se pasó de una condición de una normatividad forestal y ambiental casi nula, a extremos de una regulación precisa, pero tal vez demasiado exigente, a partir de las modificaciones que se hicieron a la Ley Forestal en 1997 y con la publicación de la LGDFS. Primero, es necesario recordar, que la Ley de la Administración Pública Federal de diciembre de 1994, asignaba la administración de los asuntos relacionados con las plantaciones forestales comerciales a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR); es decir, a este tipo plantaciones se les consideraba cultivos agrícolas.

Por otro lado, la Ley forestal en vigor en ese mismo año y hasta 1997, no contemplaba regulación alguna para el establecimiento de este tipo de plantaciones cuando estas se establecían en terrenos con pendientes menores a 15%, como son gran parte de los terrenos que ya fueron desmontados en el trópico húmedo mexicano y que normalmente se usan para las PFC.

Cuando estas plantaciones se establecían en terrenos con pendientes mayores al 15%, eran reguladas de una manera muy sencilla, mediante los formatos PROMJO-0 y PROMJO-2, cuyo llenado era muy simple.

Desde la publicación de la NOM de emergencia en mayo de 1996, la reforma de la Ley Forestal de 1992, en 1997 y la publicación de su Reglamento en 1998, surgieron muchos "malos entendidos" entre los plantadores forestales (pequeños, medianos y grandes) y diversas autoridades de la SEMARNAP, particularmente en las Delegaciones Federales de los estados en donde se establecieron este tipo de plantaciones, los cuales significaron tropiezos y retrasos en el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales.

Posteriormente, con la legislación vigente, en su momento, se han presentado una serie de problemas en la regulación de esta actividad.
Ya se han mencionado algunos problemas, como el que las PFC de estuvieran incluidas entre las actividades que la LEEGEPA consideraba que requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAP, aspecto que se comentó antes y que fue derogado con la publicación de la LGDFS.

Otro contratiempo lo constituye la mención de las PFC en el artículo 5, inciso Ñ del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, comentado sólo unos párrafos arriba.

Por otra parte, concurren para la regulación de las plantaciones dos instancias o ventanillas, por una parte la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP), quien dicta y aplica las normas que las regularan, y por otra la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que es la instancia encargada de operar los programas de fomento a esta actividad, a lo cual dedica recursos importantes.

La Secretaria tiene como atribución recibir los avisos y los programas de plantación forestal comercial, para lo cual, anteriormente se señalaron los requisitos.

Aunque estos requisitos, aparentemente son muy simples, se requiere contar con un técnico capacitado y registrado para la elaboración de los documentos necesarios, aun en el caso de los avisos de plantación, lo cual resulta oneroso para los pequeños propietarios que desean hacer plantaciones forestales comerciales en pequeña escala y no tienen la capacidad económica para sustentar este pago, sólo con la promesa de que se les pagará cuando obtengan el subsidio, lo cual no está garantizado, aun cumpliendo con los requisitos señalados.

En el caso de los avisos de plantación forestal comercial, la Secretaría debería emitir una constancia de registro en un plazo no mayor de cinco días hábiles, lo cual sucede rara vez en la realidad. Si después de este plazo la Secretaría no la ha emitido, el titular quedará facultado a iniciar la plantación de acuerdo al Artículo 89 de la LGDFS.

Sin embargo, esta falta de respuesta no implica que obtendrá la autorización de facto, y esta constancia es necesaria para tener la posibilidad de participar en la convocatoria del Programa ProÁrbol, que emite la propia Secretaria y que les daría la posibilidad de obtener los subsidios correspondientes que otorga la federación a través de CONAFOR.

Caso parecido sucede con los plazos para resolver sobre los programas de manejo de plantaciones, en los cuales también es muy común que no se respeten, según se establecen en la normatividad comentada.

La aplicación de la normatividad vigente para el establecimiento y aprovechamiento de las PFC, generalmente está a cargo de las Delegaciones Federales de la SEMARNAT en cada estado de la Federación.

Es muy común que en ellas se aplique un alto grado de discrecionalidad, que muchas veces depende del delegado y los técnicos encargados en turno, y su simpatía o antipatía por esta actividad, que de cuando en cuando sigue siendo atacada por supuestos ecologistas o ciudadanos interesados, y hasta funcionarios mal informados.

Con frecuencia, las Delegaciones Federales de la SEMARNAT sufren de importantes carencias de recursos materiales, económicos y humanos, en calidad y cantidad. No obstante los grandes esfuerzos por cumplir con las atribuciones y responsabilidades que les asignan las leyes y reglamentos aplicables, con frecuencia las dependencias federales en los estados se ven rebasadas y con sobrecargas de trabajo, lo cual ocasiona retrasos en las autorizaciones, que provocan importantes pérdidas económicas en el desarrollo de los proyectos y que van acabando con el ánimo de plantadores e inversionistas.

Dentro de estas limitaciones, quizá la más importante es la falta de capacidad técnica y experiencia en materia de plantaciones forestales comerciales, de aquellos que evalúan y supervisan los proyectos.

Irónicamente, algunos productores y técnicos que realizan esta actividad, han mencionado que existen 32 normatividades para autorizar el establecimiento y el aprovechamiento de las PFC, una para cada estado.
Por último, del análisis de las leyes y el reglamento, podemos resumir que para que se realicen las plantaciones forestales se necesita cumplir con tantos requerimientos, más inclusive que para el aprovechamiento de bosques templados naturales, lo cual desincentiva la actividad, la cual, por otra parte requiere también de un capital importante para pagar los servicios técnicos necesarios para elaborar la documentación requerida y los programas de manejo.

Por otra parte, para los productores y técnicos resulta complicado, por una parte cumplir con la normatividad vigente, llenar los requisitos para acudir a las convocatorias, primero del PRODEPLN, y ahora del ProÁrbol, que han sufrido un cambio constante, cada año son reglas diferentes, y después cumplir con la normatividad que imponen estas mismas reglas.

Propuestas de mejora en cuanto a la aplicación de la legislación sobre Plantaciones Forestales Comerciales.

En materia de normatividad, las plantaciones forestales comerciales requieren un marco jurídico más laxo, para lo cual se propone que se promueva y emita una reglamentación modernizada.

Este nuevo marco debe brindar confianza y certeza, para que esta actividad se convierta en verdadero detonador del desarrollo del Sector. Es posible tomar como base la Ley Forestal de 1992, en donde la intención del legislador era considerar a las plantaciones forestales comerciales como un cultivo sui géneris, en donde los árboles y las especies de rápido crecimiento se perciban como un cultivo agrícola, con la diferencia de que el periodo de cosecha se mide en años, en lugar de meses, lo cual requiere de una desregulación, sin temor a las presiones de los ambientalistas.

Es importante considerar la supresión de dos ventanillas y otorgarle a una sola instancia la responsabilidad de la promoción y regulación de las plantaciones forestales comerciales, que sea sólo ella la que atienda, tanto lo normativo como lo operativo, y la promoción de esta actividad.

Por otra parte, es muy importante que el otorgamiento de subsidios, o incentivos fiscales se simplifique, para que realmente motiven a los propietarios y poseedores de terrenos, sean estos de vocación forestal o no, a realizar esta actividad, y el país pueda ser competitivo frente a sus socios comerciales.

También es necesaria la liberación de crédito y otros sistemas de avío y capitalización de las empresas y productores, como la bursatilización de las PFC, además de considerar apoyos para la industria ligada a las PFC

Por último, sería conveniente revisar la legislación de otros países relacionada con esta actividad, pues algunas de ellas contienen aspectos interesantes que podrían ser aplicables en nuestro país.

Así por ejemplo, en Estados Unidos y Canadá las PFC no se consideran una actividad diferente al cultivo y aprovechamiento del bosque natural y se les aplican los mismos requisitos que en ellos.

En Argentina la Ley Forestal promueve las inversiones para bosques cultivados, tanto en las plantaciones como en su industrialización. Un aspecto muy importante de esta Ley, aparte de otorgar subsidios y líneas de créditos apropiados, lo constituye el otorgamiento de estabilidad fiscal para los próximos cincuenta años, así como la seguridad jurídica.

En Uruguay, la Ley Forestal, se declaró de interés nacional la actividad forestal, incentivándose las plantaciones forestales a través de distintos estímulos; el más importante de ellos es el reintegro de parte del costo de las plantaciones, además de diferentes exoneraciones impositivas y arancelarias y de líneas de crédito apropiadas.

4.3.2. POLÍTICA GUBERNAMENTAL EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Desarrollo inicial de la política sobre PFC en México

Es difícil establecer sobre el nacimiento formal de la política en materia de plantaciones forestales comerciales en México. La mayor parte de las actividades que se mencionan en este apartado se refieren a acciones de reforestación, pero hay que considerar que en un principio no se hablaba de plantaciones comerciales como tales. Otras, como los intentos iniciales de reales PFC, fueron iniciativas privadas, pero que recibieron algún tipo de apoyo oficial, al menos el beneplácito.

Se ha mencionado sobre las plantaciones que realizaba el rey poeta de Texcoco, Netzahualcóyotl, y sobre ordenanzas de la época colonial en las cuales se imponía la obligación reforestar en todas las villas, poblados y encomiendas (Bonilla y Carrillo, 1985).

Se sabe que durante el México independiente, en el año de 1854 la ley ordenaba plantar cuatro árboles por cada uno que se derribará y en 1861 se demandaba la siembra de 10 semillas por cada árbol que se autorizará cortar (Bonilla y Carrillo, 1985).

Durante la época del Porfiriato, cuando algunas compañías extranjeras concesionarias de los servicios ferroviarios del país, iniciaron el establecimiento de plantaciones forestales con especies de eucalipto, en áreas aledañas a las estaciones ferroviarias, con el propósito de asegurar el abasto de combustible para las máquinas de vapor. Aún es posible encontrar rastros de ellas, las cuales fueron establecidas durante las últimas décadas del Siglo XIX y la primera del Siglo XX (Villa y González, 2000).

En 1909, Miguel A. de Quevedo establece las primeras áreas de reforestación en diversas cuencas del Valle de México. A partir de 1913 se realizan plantaciones en el predio "La Venta", D. F. (tal vez las primeras con carácter comercial), y en 1926, con la primera Ley Forestal, los trabajos de reforestación se tornan institucionales (Bonilla y Carrillo, 1985). Hasta este momento, la mayoría de las plantaciones se realizaban con fines de recuperación de áreas deforestadas y sin un propósito comercial explícito.

En 1932 se realizó el primer intento por establecer plantaciones comerciales por la cerillera La Imperial, que creó plantaciones de álamos (Populus deltoides) para la producción de palillos para la manufactura de cerillos, en las cercanías de Chalco, Estado de México. Los dueños de esta plantación tuvieron problemas para obtener el permiso para cosechar, por falta de una política definida en este rubro (Bonilla y Carrillo, 1985; Villa y González, 2000).

En 1947 se instaló una fábrica de tableros aglomerados de fibra, denominada Fibracel, S. A., en Ciudad Valles, San Luis Potosí, que operó a partir de 1950. El proyecto consideraba el abastecimiento de fibras de las selvas baja potosina y tamaulipeca. Esta planta llegó a alcanzar el procesamiento de 26 mil m3 en 1968.

La demanda creciente de materias primas, motivó el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. Llegaron a plantarse 5,500 hectáreas de 1953 a 1969 en Casas Blancas, Municipio de Tamuín, SLP. Se plantaron algunas especies de eucalipto y otras como "paraíso" (Melia azederach), "cedro rojo" (Cedrela odorata) y "caoba" (Swietenia macrophylla). Debido a problemas de invasiones, la plantación fue suspendida y gran parte de su área quedó

incluida en lo que se convirtió en el proyecto de desarrollo agropecuario de Pujal Coy. La plantación remanente fue removida en el año de 1978. Lo poco que se sabe sobre esta experiencia es por comunicaciones personales (Borgo, 1958; Fierros, 1978; Villa y González, 2000).

Entre 1974 y 1983 el Gobierno Federal, a través del "Fideicomiso para el Desarrollo del Plan de Estructuración de Bosques Artificiales", plantó alrededor de 10 mil hectáreas en varios municipios de la cuenca baja del Río Papaloapan, en el Estado de Oaxaca, utilizando principalmente Pinus caribaea var. hondurensis y P. oocarpa, con el fin de complementar el abastecimiento de material celulósico de una fábrica de papel (Escárpita, 1984). Estas plantaciones siguen siendo aprovechadas.

La creación del fideicomiso mencionado en el párrafo anterior, también conocido como FIDEBA (Fideicomiso de Bosques artificiales), a través de la condonación de un pasivo de 43 millones de pesos a las Fabricas de Papel Tuxtepec, propiedad en esa época de Nacional Financiera, con la condición de que esta invirtiera esa misma cantidad en el desarrollo de un proyecto de plantaciones forestales comerciales, podría considerarse como el primer intento formal de establecer una política gubernamental sobre esta actividad.

Unos años después, a principios de la década de los '80, el Organismo Público Descentralizado Forestal "Productos Forestales de la Tarahumara", plantó en el Estado de Chihuahua alrededor de 6,000 hectáreas con diferentes especies del género Pinus, de cuyo resultado no se conoce a detalle (Vera, 1989).

Política actual sobre PFC en México

El Programa Forestal y de Suelo 1995-2000

La política actual en materia de plantaciones forestales comerciales (PFC), tiene su origen en el Programa Forestal y de Suelo1995-2000 (presentado en San Juan Parangaricutiro, Michoacán, el 27 de Marzo de 1996), una de cuyas cuatro grandes áreas temáticas es la de "Plantaciones Forestales Comerciales.

En esta área, se señaló que México debía convertirse en una potencia mundial en PFC, a partir de las ventajas comparativas "de que dispone, con relación a los principales países productores de madera y celulosa del mundo", y.

- La vocación productiva de la mayor parte del territorio nacional es silvícola.
- La variedad de climas y la calidad de suelos hacen que los períodos de cosecha sean inferiores a los que se registran en otros países.
- Se dispone de la mayor diversidad de especies de pino y encino y una gran variedad de especies tropicales; se han identificado más de ocho millones de hectáreas de terrenos aptos para las plantaciones; nuestro país tiene una ubicación geográfica privilegiada con respecto a los principales mercados de productos forestales del mundo, situados en Norteamérica y en la cuenca del Pacífico.
- El mercado interno de productos como la celulosa y el papel no ha podido verse satisfecho con la producción doméstica. En efecto, a pesar de que en 1995 este sector fue el más dinámico de la economía nacional, con un crecimiento del 52%, aún registró un déficit comercial de 1,000 millones de Dólares.

Los instrumentos que se mencionaron para lograr el desarrollo de esta actividad fueron: a) el ordenamiento territorial, b) la garantía del aprovechamiento, c) las asociaciones y la compactación de tierra, d) la claridad en el manejo ambiental de las plantaciones, e) el desarrollo de la tecnología para el cultivo sustentable, f) el financiamiento y seguro, g) el mercado de futuros de productos forestales y h) la creación de estímulos fiscales apoyos directos.

Es conveniente mencionar que la mayoría de esos instrumentos, han tenido poco desarrollo hasta la actualidad, con avances muy ligeros en los incisos a, c, e, f, y g, aceptable en d, y muy bueno en b y h (creación de estímulos fiscales y apoyos directos).

La meta que se estableció en este programa 1995-200, fue la de promover "el establecimiento de 400 mil ha de plantaciones comerciales en terrenos aptos para ello, especialmente en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Tabasco.

Siguiendo lo establecido en el Programa Sectorial 1995-2000, la SEMARNAP y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), diseñaron el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), cuyo objetivo general fue el de apoyar el establecimiento de 875 mil hectáreas en un periodo de 25 años, con la finalidad de reducir las importaciones de celulosa, papel y otros productos forestales maderables, creando al mismo tiempo alternativas de desarrollo sustentable en áreas rurales del país.
Así, el 3 de abril de 1997, se publicó la primera convocatoria para la licitación 250 millones de pesos de subsidios para las plantaciones forestales comerciales y el 3 de junio del mismo año, las primeras Reglas de Operación (RDO) del PRODEPLAN, naciendo con ello el PRODEPLAN.

Las características principales de este programa fueron:

- Los subsidios se asignarán a las personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, dueñas y/o poseedoras de terrenos de aptitud preferentemente forestal o no forestal, que un comité determinaría a través de un procedimiento de licitación mediante subasta.
- La propuesta económica de los participantes debería estar acompañada de una propuesta ambiental.
- Existieron dos categorías productivas elegibles: a) Plantaciones forestales comerciales árboles forestales destinados a la obtención de materias primas celulósicas, y b) Plantaciones forestales comerciales árboles forestales destinados a la obtención de materias primas forestales maderables.
- Los subsidios se pagarían después del establecimiento de las plantaciones.

Los subsidios del PRODEPLAN, siempre han estado acompañados de un paquete de incentivos fiscales que ha ido variando a través de los años y que se describen en otro apartado de este estudio.
En 1998 no se asignaron subsidios. Las RDO para 1999 se publicaron hasta el 12 de Octubre; Las características principales del programa permanecieron sin cambio en cuanto a los sujetos elegibles de apoyo y a la necesidad de presentar una propuesta ambiental complementaria.
Sin embargo, en cuanto a las categorías productivas, además de los subsidios para el establecimiento de PFC, en las mismas categorías que en 1997, se agregó el concepto de apoyo para la elaboración de Solicitudes de Autorización de Forestación. También se incluyo la figura de "cesión de derechos", mediante la cual los beneficiarios podrían ceder su derecho a cobrar los subsidios respectivos a personas físicas o morales que les hubieran adelantado estos mediante alguna figura crediticia.

También, en la categoría de materias primas maderables, se estableció la modalidad de etiquetar parte del subsidio por asignar, a proyectos para el establecimiento de PFC en municipios de interés especial de los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán; estableciendo una preferencia hacia esas regiones.

Asimismo se estableció la posibilidad de asignar un anticipo del subsidio a proyectos presentados por ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios, o asociaciones entre ellos, en proyectos de la misma categoría productiva mencionada en el párrafo anterior, que lo solicitaran y cumplieran con ciertos requisitos, estableciendo también una diferencia entre estos tipos de solicitantes y las empresas rentadoras de tierras.

Para 2000 las RDO del PRODEPLAN sólo tuvieron una modificación importante, al incluir de plantaciones agroforestales con un mínimo de 600 árboles por Ha en la categoría de materias primas maderables, en otros aspectos no tuvieron modificaciones mayores, manteniéndose sin cambios las principales características del programa.

El Programa Estratégico Forestal 2000-2025 (PEF).

El PEF estableció la existencia de una serie de fortalezas que hacen factible el desarrollo de las PFC en nuestro país: a) existen terrenos de vocación forestal para albergar plantaciones comerciales, b) se cuenta con experiencias valiosas en plantaciones comerciales, c) en muchas comunidades y ejidos existe la práctica de establecerlas con sus propios recursos, d) el potencial de especies a utilizar para establecerlas es muy amplio, e) Se estima que existen 10.7 millones de ha con características de clima y suelo aptas para su establecimiento, f) Las PFC y de tipo industrial ya se ven como una alternativa económica para el país, por el gobierno y los productores e inversionistas, y g) se han diseñado y puesto en práctica incentivos económicos directos y fiscales, como el PRODEPLAN.

También estableció algunas debilidades que persisten, como: a) dificultades en el acceso a las tierras, b) La sobrerregulación para la planeación y ejecución de los proyectos, c) fuentes de crédito, financiamiento o capital de riesgo muy limitadas o poco accesibles, y d) falta de subsidios orientados a las industrias ligadas con los proyectos de PFC.

El PEF también estableció los siguientes objetivos: a) aumentar la producción maderable, b) reducir la presión sobre los bosques naturales, c) convertir áreas degradadas o improductivas en bosques, d) mejorar el ambiente y aumentar la recarga de mantos acuíferos, y e) fomentar la inversión privada y social en el sector forestal.

Las estrategias que se mencionan son (con varios aspectos a considerar en cada una): a) crear las condiciones para establecer plantaciones forestales industriales en gran escala, b) promover el establecimiento de plantaciones agroforestales y silvopastoriles de especies maderables y no maderables con pequeños productores, y c) proporcionar los apoyos necesarios para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales.
También establece 15 líneas de acción prioritarias que incluyen aspectos legales, de financiamiento, incentivos, promoción, elaboración de estudios e investigación, vinculación con otras políticas e información sobre mercados. Como un escenario meta propone el crecimiento de las PFC al ritmo necesario para tener unas 100 mil ha en 2005, 200 mil en 2010, 400 mil en 2015, 1,100,000 en 2020 y 2,600,000 en 2025. Tomando en cuenta que actualmente se reporta el establecimiento de unas 105 mil ha, difícilmente podrían alcanzarse esas metas, si el ritmo actual no se incrementa considerablemente.

El Programa Nacional Forestal 2001-2006 (PNF).

El PNF estableció, en línea con el PEF, los mismos objetivos a y b que el PEF aumentar la producción maderable y reducir la presión sobre los bosques naturales), agregando un c) reducir la importación de productos forestales.

También estableció las mismas tres estrategias que el PEF y propuso 12 líneas de acción prioritaria, relacionadas con: incentivos fiscales, subsidios y financiamiento, normatividad, asociaciones productivas, vinculación con otras políticas, capacitación y germoplasma.

Con relación a las metas que se establecieron, se mencionó la de incrementar la superficie forestal en un millón de hectáreas, considerando áreas de restauración y de plantaciones forestales comerciales, sin desglosar lo correspondiente a cada actividad. Es probable que en el papel se haya cumplido esta meta, sobre todo con las superficies que se reportan en el rubro de la reforestación; las estadísticas de PFC son de alrededor de 70 mil ha plantadas de 2001 a 2006.

En cuanto al PPRODEPLAN, durante ese período se tuvo el siguiente desarrollo:
En 2001, en cuanto a las categorías productivas, estás tuvieron algunas modificaciones. En el caso de las de materias primas celulósicas, adicionó el concepto de fibras y se les puso un límite inferior de 500 ha.

La segunda categoría, que anteriormente incluía sólo a la PFC de materias primas maderables, incluyendo a las plantaciones agroforestales, ahora se adiciono con PFC de no maderables, siempre y cuando tuvieran turnos menores de cinco años. Esto último comenzó a modificar la filosofía original del PRODEPLAN de incrementar la superficie arbolada para reducir el déficit de productos forestales celulósicos y maderables.

Si bien es cierto que se amplió el panorama de los apoyos, comenzó a hacer inmanejable el programa, en cuanto al crecimiento del número de proyectos y la pulverización de las superficies a las cuales habría que dar seguimiento. Lo anterior no pretende quitar importancia a las plantaciones de no maderables, las cuales deberían ser objeto de un programa de apoyos diferente al PRODEPLAN.

También se adicionó la obligación de que la propuesta ambiental de las PFC para materias primas celulósicas mayores de 1,000 ha, incluyera un programa de investigación y de monitoreo ambiental, los cuales ya se solicitaban, pero no en forma tan explícita, promoviendo con ello la creación de tecnología propia y el sentar bases para calificar la sustentabilidad de los proyectos.

Para el 2002, las categorías productivas incluidas sufrieron una modificación en las RDO, al agruparlas en tres categorías mayores y varias sub categorías dentro de ellas, lo cual se describe a continuación:

Materias primas celulósicas:

a) Subcategoría: Plantaciones de árboles forestales con especies de hoja ancha, de rápido crecimiento, con una densidad mínima de 1,100 árboles por hectárea, en una superficie igual o mayor a 800 hectáreas,

b) Subcategoría: Plantaciones de árboles forestales con especies de coníferas, con una densidad mínima de 1,100 árboles por hectárea, en una superficie igual o mayor a 100 hectáreas,
c) Subcategoría: Plantaciones con especies forestales no maderables, con una densidad mínima de 600 plantas por hectárea, en una superficie igual o mayor a 100 hectáreas,

Materias primas y productos forestales maderables:

a) Subcategoría: Plantaciones destinadas a la producción de árboles de navidad, con una densidad inicial mínima de 2,200 árboles por hectárea, en una superficie igual o mayor a 6 hectáreas,

b) Subcategoría: Plantaciones de árboles forestales con especies de coníferas o con especies de hoja ancha, destinadas a la producción de madera, con una densidad inicial mínima de 1,100 árboles por hectárea, en una superficie igual o mayor a 50 ha,

c) Subcategoría: Plantaciones agroforestales con especies de coníferas o con especies de hoja ancha, destinadas a la producción de madera, con una densidad inicial mínima de 600 árboles por hectárea,

d) Subcategoría: Plantaciones dendro energéticas, destinadas a la producción de leña y carbón, con una densidad mínima de 1,200 árboles por hectárea, en una superficie igual o mayor a 5 ha.

Materias primas y productos forestales no maderables con densidad igual o mayor a 600 plantas por hectárea:

a) Subcategoría: Plantaciones con especies adaptadas al semidesierto,
b) Subcategoría: Plantaciones con especies adaptadas al trópico.

Lo que puede mencionarse de este nuevo desglose de categorías es que: se establecieron densidades fijas a cada subcategoría; se establecieron límites inferiores de superficies; se separaron latifoliadas de coníferas; se incluyeron no maderables para la producción de celulósicos; se incluyó a los árboles de navidad y a las dendro energéticas en forma explícita; las no maderables se dividieron en del semidesierto y el trópico.

Lo menos que puede decirse de este desglose, es que es caprichoso, complicado y sin bases técnicas para establecer: esas densidades, las separaciones entre latifoliadas y coníferas, y las superficies límite, complicando aún más el esquema de asignación de subsidios y tornando cada vez más difícil el seguimiento y control de los proyectos.
En las RDO de 2003, se mantuvieron las mismas categorías y subcategorias, en el texto de las RDO se eliminaron las densidades y superficies rígidas anteriores; se mantuvo la separación inútil entre coníferas y latifoliadas, aunque todo eso se mantiene en el Anexo A de ellas, en donde además se agregan superficies máximas y solo las densidades para no maderables quedaron por determinarse.

En estas últimas reglas se cambió el concepto de apoyo a la elaboración de Informes de Forestación y a los Programas Integrados de Manejo Ambiental y Forestación-PIMAF, por el sólo el apoyo a la elaboración de: Programa de manejo simplificado, y Programa de manejo, adaptándose el apoyo a los nuevos instrumentos requeridos para la autorización del establecimiento de PFC por la LGDFS.

Ese mismo año se realizó una modificación a las RDO de 2003, sólo para cambiar los porcentajes de los recursos asignados a las diferentes categorías y otras dos modificaciones menores que afectan poco la operación esencial del Programa
En 2004 y 2005 se operó con las mismas RDO de 2003 modificadas, por lo cual no hubo cambios en la política oficial de apoyo a las PFC durante esos años.

En 2006 se publicaron lo que se denomino Reglas Únicas de Operación (ROU), ya que se conjuntaron en un solo documento las reglas de participación para todos los programas de desarrollo forestal de la CONAFOR.
Dentro de la categoría de Producción y productividad forestal, se estableció el concepto de plantaciones forestales comerciales para apoyar su establecimiento y mantenimiento en dos rubros que ya habían venido manejándose: la elaboración de programas de manejo para plantaciones forestales comerciales, y el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

Dentro del rubro del establecimiento de PFC, se simplificaron las categorías de plantaciones por establecer a solo tres: I) para no maderables y agroforestales II) para celulósicos, y III) para maderables y árboles de Navidad. Se eliminaron las densidades y superficies por categoría, normalizándola a una sola. Se incluyó por vez primera el apoyo para asistencia técnica.

El Programa Institucional de la CONAFOR 2007-2012.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012, estableció en la Estrategia 1, de su Objetivo 3, la necesidad de "Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales", como una de sus Líneas de acción.

Como meta para esta línea, se fijó la de apoyar el establecimiento de 600 mil ha de PFC, un promedio de 100 mil por año. Es posible que la meta de apoyo se cumpla, sin embargo, difícilmente será plantada esa superficie, si consideramos que en el año 2006, que es en el cual se han pagado más ha establecidas y verificadas, con 20,270 ha, ritmo que además no se mantuvo en 2007 y 2008.

De este Programa sectorial, se derivó al Programa Institucional de la CONAFOR 2007-2012, el cual, en su Objetivo 2. Elevar los niveles de producción, productividad y competitividad del sector forestal, presenta la Estrategia 2.3 Incrementar la producción forestal maderable y no maderable proveniente de plantaciones forestales comerciales, con una Línea de acción: Promover el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. La meta establecida para el apoyo al establecimiento de PFC es la misma que en el Programa de Medio Ambiente, mencionada antes.

A partir de esta administración los Programas de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal, cambiaron su denominación a la de Programa Pro-Árbol de la Comisión Nacional Forestal, y funcionan también a través de la aplicación de unas RDO únicas.

Dentro de este nuevo Programa (RDO 2007), las PFC son sólo un concepto de apoyo, denominado Plantaciones forestales comerciales, que otorga subsidios "destinados a establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales".

Mediante este concepto se establecieron dos categorías de apoyo: para establecimiento y mantenimiento de PFC (se establecen cuatro subcategorías: no maderables y agroforestales; celulósicos; maderables y árboles de navidad) y para el estudio para el financiamiento de plantaciones forestales comerciales. Este último concepto es importante e interesante, ya que uno de los factores que ha detenido el desarrollo de los proyectos de PFC en nuestro país, es la falta de capital de los productores para resistir el período relativamente largo de cosecha.

Una de las críticas que se ha hecho al ProÁrbol, es que al menos en el caso de las PFC, una actividad netamente productiva y comercial, se le mezcla con objetivos relacionados con "disminuir los índices de pobreza y marginación en áreas forestales…,".

En las RDO de 2008, se mantuvo el concepto apoyo para establecimiento y mantenimiento y tres de sus sub categorías, desapareciendo, al menos en forma explícita, la de árboles de navidad. Se incluyó una sub categoría para apoyar el pago de una prima de seguro, que sería muy importante se pudiera hacerse operativa.

El concepto de apoyo para estudios de financiamiento, que se veía como positivo, pero que tal vez no tuvo la promoción adecuada, fue substituido por el de apoyo para la elaboración del Programa de manejo para plantaciones forestales comerciales, concepto que ha demostrado su inefectividad desde las épocas del PRODEPLAN, y el cual más bien se ha prestado para prácticas viciosas de productores y técnicos.

La relación con objetivos de disminución de la pobreza y otros de tipo social, mencionada antes, se tradujo, en estas RDO, en la inclusión de ventajas de selección a proyectos provenientes de: municipios marginados, con población indígena y de mujeres.

En las RDO de 2009, se mantuvo el concepto de apoyos a las PFC y las ventajas de selección de proyectos por conceptos sociales mencionados para 2008, agregando uno más, cuando los proyectos provienen de organizaciones de silvicultores o propietarios organizados.
Dentro de los apoyos a PFC, nuevamente se modifican las sub categorías de apoyo, incluyendo nuevas subdivisiones: A) No maderables (especies de zonas áridas y especies del trópico), B) Piñón de Aceite (Jatropha curcas), C) Agroforestales con especies maderables, D) Maderables (incluye celulósicos) y E) Árboles de navidad; se establecen superficies máximas y mínimas, así como densidades tipo para cada una de ellas. Se mantuvieron los apoyos para la prima de seguro, asistencia técnica y la elaboración de programas de manejo.

Consideraciones sobre la política de PFC en México

Como puede observarse a través del recuento elaborado en este apartado, desde 1995, cuando se consideró que el establecimiento de plantaciones forestales comerciales era estratégico para aumentar la superficie forestal, la producción y la productividad forestal y reducir el déficit de productos forestales, principalmente los celulósicos y el papel, y su impacto en nuestra balanza de pagos, de una forma u otra se ha mantenido la política gubernamental de apoyos, proporcionando subsidios y otros incentivos fiscales a esta actividad.

Sin embargo, con el transcurso de los años y la aplicación de las diferentes Reglas de operación que se han diseñado, primero para PRODEPLAN, después las Reglas de operación únicas para los programas de desarrollo forestal de la CONAFOR y finalmente las del programa ProÁrbol, se han ido agregando y/o modificando los conceptos y categorías de apoyo, tornando en ocasiones inmanejable al Programa, por las diferentes reglas bajo

las cuales deben conducirse los proyectos, su número y las diferentes categorías de plantaciones, además de ir perdiendo su filosofía inicial de incrementar la oferta de productos forestales maderables.

Como aspectos positivos se detectan los apoyos recientes para la asistencia técnica y el pago de primas de seguros, y en forma negativa la permanencia del apoyo a la elaboración de los programas de manejo, que no se ha traducido en un incremento real en la superficie de plantaciones establecidas.
El apoyo a proyectos y superficies ha sido muy exitoso; a partir de 1997, se han asignado recursos para 8,400 proyectos y 650 mil hectáreas, pero hasta fines de 2008, sólo se habían establecido y verificado alrededor de 117,500 ha, pertenecientes a 1,900 beneficiarios.

Por todo lo anterior, se considera que el apoyo a las PFC para la producción de materias primas forestales maderables, debería separase explícitamente de los que se proporcionan a las especies no maderables de zonas áridas y tropicales, y reencauzarse nuevamente hacia sus objetivos iniciales, separándolo además de otros objetivos de reivindicaciones sociales, muy importantes, pero contrapuestos a una actividad netamente comercial y económica, que requiere de capitales importantes para su desarrollo.

Es probable, que una de las características más deseables de las PFC con árboles maderables, la compactación de áreas, sólo pueda lograrse a través de la promoción de las cuencas industriales forestales y el desarrollo de cadenas productivas específicas, que ya está promoviendo la CONAFOR, con la elaboración de los estudios de al menos tres de ellas.

A continuación se puntean algunos aspectos que deben cuidarse y promoverse como parte del rediseño de las políticas de apoyo a las PFC maderables:

- Promover el establecimiento de proyectos grandes para la producción de materias primas celulósicas y de fibras,
- El establecimiento de fábricas de celulosa y de tableros aglomerados en las cuencas industriales que se desarrollen,
- El establecimiento de otras industrias apropiadas para el tipo de materias primas que se producen en las plantaciones.
- Debe facilitarse la regularización de los terrenos privados y colectivos aptos para las PFC,
- Promover la participación de los propietarios,
- Diseñar y aplicar programas de financiamiento específicos,
- Aclarar la normatividad y eliminar la discrecionalidad en su aplicación

Promover la realización de estudios de especies, producción de planta, cultivos, crecimiento, uso y mejoramiento genético en parcelas piloto y plantaciones existentes,

- Promover la actualización técnica de los prestadores de servicios en el área de las PFC, y
- Poner mayor atención a la calidad del germoplasma que se usa y promover la producción de planta de mayor calidad

4.4. ASPECTOS ECONÓMICOS.

4.4.1. APOYOS OTORGADOS POR EL GOBIERNO.

El PRODEPLAN prevé el otorgamiento de apoyos transitorios para fomentar el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales comerciales, que contribuyan a mejorar las condiciones ambientales, proveer materias primas forestales en condiciones de mayor competitividad e impulsar el desarrollo sustentable a nivel regional.

Los objetivos del programa básicamente son:

1. Apoyar el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en una superficie objetivo de 875,000 hectáreas, otorgando incentivos directos en forma de reembolsos en efectivo reintegrando en promedio, el 65% de los costos unitarios de establecimiento y mantenimiento inicial (7 años) de proyectos de plantaciones forestales comerciales.

2. Concertar el otorgamiento de otros incentivos fiscales, como reducción del impuesto sobre la renta, al activo y al valor agregado, autofacturación, depreciación inmediata en maquinaria y equipo, entre otros, que en su conjunto compensen a los que se otorgan a nivel internacional.

3. Propiciar el concurso de las instancias oficiales de crédito, financiamiento, capital de riesgo y aseguramiento, así como de la banca privada en apoyo a inversionistas interesados en este agronegocio.

4. Promover la aplicación de un nuevo marco normativo que estimule y de seguridad a los que realicen plantacionesforestales comerciales, con una regulación administrativa simplificada, pero que impida la afectación de los recursos naturales, incluyendo la armonización la reglamentación ambiental y la forestal para desregular y evitar duplicidades.

5. Generar una base de producción de materias primas forestales suficiente para el desarrollo de una industria forestal moderna y competitiva que genere beneficios económicos importantes. Se estima que el programa puede inducir la producción de 18 millones de metros cúbicos de madera por año (cifra superior en 2 veces y media la producción total nacional actual), la generación de 332 mil nuevos empleos, el ahorro o captación de nuevas divisas por más de 3 mil millones de dólares al año, y la aportación de recursos fiscales por casi mil millones de dólares anuales. Todo ello a un costo estimado de 500 millones de dólares para ejercerse en el transcurso de los 25 años.
6. Generar empleo e ingresos en zonas rurales muy pobres del país, particularmente en el Sureste, donde actualmente existen pocas alternativas productivas sustentables para usar grandes extensiones de tierras.

7. Reconvertir en zonas arboladas algunos terrenos actualmente desprovistos de vegetación forestal, dedicados principalmente a usos agropecuarios extensivos de baja rentabilidad. Proteger y restaurar zonas naturales y la biodiversidad en las áreas de influencia de las plantaciones forestales comerciales.

El programa opera en las 32 entidades federativas del país para la atención de la población objetivo, considerando el desarrollo del capital natural a través de: a) Recuperación de suelos degradados, b) Reducción de la presión

productiva sobre el bosque natural, c) Conversión de pastizales y terrenos deforestados en áreas arboladas y d) Contribución significativa a la reducción del cambio climático, al constituirse nuevas áreas de captura del bióxido de carbono atmosférico.

La asignación de apoyos del PRODEPLAN para compensar en forma parcial y temporal, el costo, tanto del establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, como de la formulación de los documentos técnicos de planeación y seguimiento, con el fin de incentivar la producción forestal del país. De tal forma que los apoyos del programa destinados al establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, originalmente se otorgaron:

a) Por cada hectárea efectivamente plantada, mediante tres pagos anuales sucesivos: el primero incluye el eembolso parcial del costo de establecimiento y del primer año de mantenimiento y los dos restantes incluyen el reembolso parcial del costo de mantenimiento por hectárea, en cualquier caso es bajo la comprobación de una supervivencia mínima de 70% conforme a lo establecido en el artículo 30 de estas Reglas.

b) Por un periodo de tres años como máximo, siendo éste el plazo para concluir el establecimiento total del proyecto, mismo que se contaba a partir de la fecha en que se publique en el Diario Oficial de la Federación, el resultado de la asignación correspondiente.

No obstante, aquellos beneficiarios que lo deseen, podrán recibir el apoyo asignado en un pago único por hectárea efectivamente plantada, conforme a lo establecido en el artículo 29 de las Reglas de Operación.

Los apoyos del PRODEPLAN para la elaboración de Programas de Manejo de Plantaciones Forestales Comerciales, se asignaron para compensar parcialmente el costo de la formulación de los documentos técnicos de planeación y seguimiento que de acuerdo con la Ley Forestal y su Reglamento, describen las acciones y procedimientos de manejo forestal relativos a plantaciones forestales comerciales y que son necesarios para su autorización.

Los apoyos a las plantaciones detonan una condición de alta rentabilidad. Por cada hectárea plantada con apoyos, conservadoramente se ha estimado que se establecerá una hectárea adicional sin apoyo, lo que duplicaría los beneficios sociales y económicos. Así mismo, la asignación de apoyos para el establecimiento y mantenimiento progresivo de las plantaciones a lo largo de 25 años, garantizará un flujo permanente de beneficios sociales y económicos.

Monto de apoyo.

Del presupuesto otorgado al programa que se asigna para ejercicio fiscal, se distribuirán hasta 95% para apoyar el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, en consecución del objetivo y metas del PRODEPLAN y con sujeción a las disposiciones legales vigentes. Así, el monto máximo de apoyos a otorgar por concepto de establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales y elaboración de programas de manejo, estarán en función de los límites máximos para cada subcategoría productiva o concepto indicados en las Reglas de Operación.

El Programa mediante el otorgamiento de apoyos directos (dinero en efectivo) para el establecimiento y

mantenimiento de plantaciones. De las tres licitaciones realizadas entre 1997 y 2000 resultaron 57 proyectos ganadores, a los cuales se les asignaron 248 millones de pesos para establecer aproximadamente 61 mil hectáreas entre 1997-2007. Gracias a las modificaciones a las Reglas de Operación, introducidas por la nueva Administración Federal en 2001 resultaron ganadores 91 proyectos con un monto de 286 millones de pesos, de recursos que no fueron ejercidos en la anterior administración, esto permitió adicionar una superficie a plantar de de casi 40 mil hectáreas más en una sola asignación. Por otro lado, también se otorgaron 5.9 millones para la elaboración de 228 documentos técnicos de planeación y seguimiento que la Ley Forestal exige previamente al establecimiento de las plantaciones en el terreno (Informes de Forestación y Programas Integrados de Manejo Ambiental y Forestación).

Asimismo en 2001, por primera ocasión, se efectuaron dos procesos de asignación de apoyos. Asimismo con PRODEPLAN 2002, se apoyó aproximadamente 75 mil hectáreas, lo que permitió que al concluir el año 2002 se hayan asegurado apoyos para unas 189 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales.
Originalmente la meta del programa fue el establecimiento de 875 mil hectáreas de plantaciones en un periodo de 25 años, sin embargo, durante la actual administración se pretende asegurar apoyos para unas 500 mil hectáreas, lo que permitiría reducir el periodo de 25 años a 15 años.

Los datos correspondientes a la sexta asignación 2002 se incorporaron los siguientes cambios:

- Los apoyos se asignaron de manera directa. Se incrementaron los montos de los apoyos destinado al establecimiento y mantenimiento de las plantaciones en un 57%, para la categoría de Materias Primas Celulósicas; y en un 77% para la categoría de Otros Productos y Materias Primas Forestales Maderables y no Maderables.
- Los pagos se hicieron anualmente hasta cubrir los siete años inicialmente considerados.
- Se eliminan las fianzas que se solicitan como garantías de cumplimiento de los proyectos.
- Se abre la posibilidad de establecer plantaciones para la obtención de fibras y no maderables.
- Se abre la posibilidad de que beneficiarios anteriores renuncien a los subsidios y participen en la asignación directa.
- El costo de la verificación para la categoría de Otros Productos y Materias Primas Forestales Maderables y no Maderables se incluyó dentro del monto del subsidio para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.
- Se incrementa el monto de subsidio destinado a la elaboración de Programas de Manejo de plantaciones en un 150% para Informes de Forestación; y en un 75% para Programas Integrados de Manejo Ambiental y Forestación.
- Se establece la obligación de efectuar una evaluación externa al Programa, para medir sus impactos y su relación costo-efectividad.

Actualmente, la CONAFOR hace otorgamiento de los beneficios del PRODEPLAN con el objeto de impulsar la producción de insumos para abastecer a la industria forestal en un marco económicamente competitivo y reducir la presión que se ejerce sobre los bosques naturales, se ha implementado un modelo productivo, que desde 2007 lo promueve a través del programa ProÁrbol. El cual es un programa nacional dirigido al sector forestal cuyo propósito es ordenar y dirigir acciones encaminadas a proteger, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos en bosques, selvas y zonas áridas dentro de un esquema de otorgamiento de estímulos a los poseedores y propietarios de terrenos con vocación preferentemente forestal.

El programa ProÁrbol, cuenta con cuatro categorías en las que están consideradas las Plantaciones Forestales Comerciales, de la cual se deriva como una subcategoría el Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (Artículo 7. Inciso B). A través de este programa se otorgan beneficios a las personas físicas o morales, que sean propietarios o poseedores, usufructuarios de terrenos con vocación forestal o con aptitud para el cultivo de especies forestales de valor comercial, es decir: ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios y asociaciones entre ellos; ejidos y comunidades; así como sociedades o asociaciones señaladas en las leyes. El programa apoya con recursos y asistencia técnica para; a) establecer y mantener plantaciones forestales comerciales, b) elaborar programas de manejo de plantaciones forestales y c) elaborar proyectos de financiamiento para plantaciones forestales comerciales.

Por lo que se refiere a las plantaciones forestales, las cuales son consideradas como el establecimiento, cultivo y manejo de especies forestales en terrenos que han perdido su vegetación natural, con el propósito de producir materias primas maderables y no maderables, destinadas a comercialización o industrialización.

En los "Criterios generales de ejecución", para el concepto de "Maderables (incluye celulósicos)", de los Criterios de Resolución del Tramite de la Categoría B. Plantaciones Forestales Comerciales, contenido en las Reglas de Operación de ProÁrbol, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre del 2008, se señala como superficie mínima y máxima para plantaciones forestales comerciales maderables 25 y 1500 ha, respectivamente, y el número de plantas mínimo a establecer, distribuidas uniformemente por hectárea, para especies de coníferas y de hoja ancha 1,100 (incluye plantaciones para celulósicos y dendroenergéticas).

Otro apoyo a considerar, son los estímulos fiscales. El Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en sus inicios, implementó dos programas de subsidios directos, tanto para el bosque natural como las plantaciones forestales; el Programa de Desarrollo Foresta (PRODEFOR) y el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN).

De manera complementaria, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, ofrece estímulos fiscales a quienes se dediquen a actividades silvícolas tales como el cultivo de los bosques o montes, así como la conservación, restauración, fomento y aprovechamiento de la vegetación de los mismos y la primera enajenación de sus productos, que no hayan sido objeto de transformación industrial.

Los estímulos fiscales específicos para el sector silvícola son:

- Todos los contribuyentes del sector silvícola, obtienen una disminución del 50% en la tasa general del Impuesto (18%) al Activo sobre el valor catastral de sus terrenos en comparación con el resto de los contribuyentes.
- Depreciación inmediata del 87% de la inversión de bienes nuevos del activo fijo.
- Acreditación de las inversiones de activo fijo contra el impuesto al activo (IMPAC).
- Tasa cero al impuesto al valor agregado (IVA) para los insumos de la actividad silvícola que se establecen en el artículo 2°-A de la Ley del Impuesto al Valor Agregado.
- Período de amortización de pérdidas fiscales de hasta 10 años.
- Devolución del Impuesto Especial Sobre Producción y Servicios (IEPS) o acreditamiento del mismo contra el impuesto Sobre la Renta (ISR) a personas dedicadas a actividades silvícolas.
- Las personas morales que realicen exclusivamente actividades agrícolas, ganaderas, pesqueras o silvícolas

no pagarán el impuesto sobre la renta por los ingresos provenientes de dichas actividades hasta por un monto de veinte veces el salario mínimo general correspondiente al área geográfica del contribuyente, elevado al año, por cada uno de sus socios o asociados siempre que no exceda, en su totalidad, de 200 veces el salario mínimo general correspondiente al área geográfica del Distrito Federal, elevado al año.

- Devolución por consumo de diesel.
- Autofacturación de erogaciones pagadas a personas del medio rural que no reúnan los requisitos de comprobación fiscal, siempre y cuando haya emitido la SHCP la resolución correspondiente.
- Facilidades para la deducción por adquisición de materias primas forestales.

Finalmente, hay que considerar el seguro forestal, que de conformidad con lo previsto en las Reglas de Operación del Programa ProÁrbol, la CONAFOR otorgará a los beneficiarios del Programa apoyo para el pago parcial de la prima de seguro de la plantación forestal que se establezca durante el ejercicio 2008 a los beneficiarios de apoyos para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, que tendrán derecho durante el primer y segundo año de establecida la plantación, a un apoyo para el pago parcial de la prima de un seguro que cubra los daños derivados de los riesgos por sequía, heladas, huracán, ciclón, tornado, tromba o vientos fuertes, inundación e incendio.

4.4.2. VENTAJAS COMPARATIVAS

En México se conjugan varias condiciones favorables para el desarrollo de plantaciones forestales que podrían darle al país ciertas ventajas competitivas en el caso de que se concretará el establecimiento de ellas en una superficie importante, que contribuyera a subsanar el déficit alto de materias primas y de productos forestales y aun de producir excedentes para el mercado internacional.

Dentro de esas ventajas pueden mencionarse a las siguientes:

Condiciones ambientales favorables:

En el sureste del país existen áreas en las cuales se producen precipitaciones que van desde los 1,000 hasta los 3,500 milímetros anuales, con temperaturas mínimas en general arriba de los 16 grados centígrados, con suelos profundos y de textura media a fina, como puede apreciarse en el Cuadro 48.

Cuadro 48. Condiciones ambientales en algunos estados del Sureste de México

Estado	Precipitación anual (mm)		Temperatura anual (°C)						Textura/ profundidad de suelo	Sup. Apta para PFC (Miles ha)
			Mínima		Promedio		Máxima			
	Min.	Max.	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup		
Campeche	1100	1600	19	22	25	26	30	33	Finas / someros y profundos	1177
Chiapas	1100	2300	14	22	24	27	27	32	Medias finas / profundos	842
Oaxaca	1900	3500	16	21	22	27	27	34	Finas / profundos	804
Q. Roo	1100	1400	19	21	25	26	30	33	Finas / profundos	793
Tabasco	1900	3100	20	21	26	27	31	33	Medias finas / profundos	383
Veracruz	1200	2300	17	20	23	25	28	30	Medias / profundos	683
Yucatán	950	1050	19	21	25	26	31	33	Medias / someros	1352

Disponibilidad de tierras aptas:

La antigua Dirección del Inventario Nacional Forestal determinó que existen 10.7 millones de hectáreas con aptitud para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. Destacan las regiones del Golfo Sureste y Pacífico Sur con alrededor de 6.6 millones de hectáreas que incluyen regiones de los Estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Figura 82).

En esta última región existen lugares con períodos de crecimiento de 210 a 270 días por año, comparables con algunas regiones de Brasil que reportan las productividades más altas a nivel mundial (SEMARNAP, 1996).

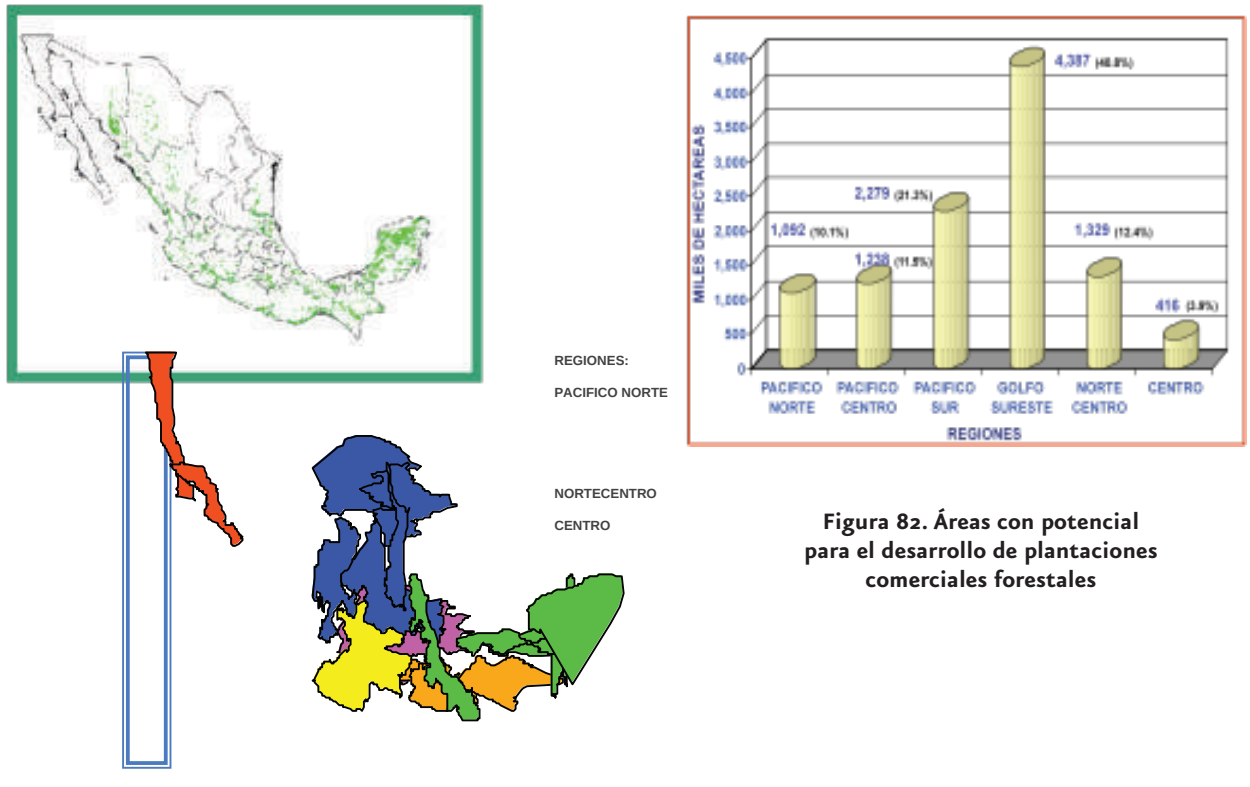


Figura 82. Áreas con potencial para el desarrollo de plantaciones comerciales forestales

Crecimientos altos y especies:

Pueden obtenerse crecimientos superiores a los que se reportan en otros países con superficies importantes de PFC:

- Climas templados: de 15 a 30 m3 ha-1 año-1 y turnos de 15 a 45 años.
- Climas tropicales: de 25 a 45 m3 ha-1 año-1 y turnos de 7 a 15 años.
- Especies únicas en el mundo como: Pinus patula y P. chiapensis en climas templados y Cedrela odorata, Swietenia macrophylla y Tabebuia rosea en climas tropicales.
- Crecimiento muy rápido en especies conocidas: Eucalyptus spp., Tectona grandis y Gmelina arbórea.

Marco legal:

Existe un marco legal agrario, ambiental y forestal y normas regulatorias aplicables a las PFC. Que podría simplificarse para hacer más atractiva a esta actividad.

Apoyos gubernamentales:

Existe un programa gubernamental de apoyo con subsidios a las PFC, que se complementa con otros incentivos fiscales aplicables a las PFC, de los que ya se comentó en otros apartados.

Cercanía a los mercados más grandes

La ubicación del país es privilegiada con respecto a países importadores de productos forestales, como EUA, Canadá, Japón y la República de Corea, los cuales en conjunto promedian alrededor de 80 millones de dólares anuales de importaciones.

Análisis FODA:

Para complementar lo anterior se presenta a continuación un análisis FODA conjuntado a través de encuestas a productores, expertos, investigadores, prestadores de servicios técnicos y funcionarios relacionados con el sector de las PFC (Cuadro 49).

Cuadro 49. Análisis FODA para el sector de PFC

Análisis FODA de las PFC en México	
Fortalezas	**Oportunidades**
• Áreas con potencial para PFC • Condiciones ambientales favorables en algunas regiones del país (Sureste) • Apoyo económico a proyectos de PFC • Interés y voluntad política para impulsar el desarrollo de las PFC • Conocimiento, capacidad y experiencia técnica • Diversidad de recursos genéticos forestales con potencial productivo • Variedad de especies nativas con alta productividad • Instituciones dedicadas a la investigación, con especialistas en diferentes temas relacionados con las PFC • Existencia de experiencias exitosas • Creación de cuencas forestales industriales sustentables • Abasto de productos forestales en superficies significativamente menores que en áreas con vegetación forestal nativa	• Crecimiento rápido de las especies • Posibilidades de obtener financiamiento externo • Existencia de mercado interno y externo para materia prima • Cercanía a uno de los mercados de mayor demanda de productos maderables (Estados Unidos) y cercanía a puertos marítimos en los cuales puede ser embarcada la madera • La cultura de las PFC empieza a prosperar • Superficie potencial para PFC
Análisis FODA de las PFC en México	
Debilidades	**Amenazas**
• Variabilidad ambiental • Baja disponibilidad y uso de germoplasma de buena calidad genética para las PFC • Desarrollo tecnológico incipiente • Financiamiento para la investigación insuficiente y mal distribuido • Inestabilidad económica • Falta de financiamiento para este tipo de actividades a mediano y largo plazos. • Falta de aseguramiento de las inversiones • Régimen fiscal inadecuado • Pulverización de los proyectos de las PFC • Pocas posibilidades de compactación de tierra • Inseguridad de la tenencia de la tierra • Industria forestal obsoleta • Sistema de mercado inadecuado • Desconocimiento técnico para desarrollar plantaciones • Los grandes inversionistas actúan con cautela • Muchos productores plantan sin algún objetivo bien definido	• Competencia en la región y de otros países • Introducción de especies invasoras (plagas y enfermedades) • Falta de control de introducción de semillas • Importación de tecnología no funcional • Abandono de las plantaciones • Falta de competitividad técnica. • Discrecionalidad institucional en la aplicación de las normas • Carencia de un plan rector de investigación en apoyo a las PFC • Insuficiencia de investigadores para temas relacionados con las PFC • Falta de investigación permanente • Falta de vinculación entre los actores sociales involucrados en las PFC • Cadenas productivas con deficiencia en ciertos eslabones en su desarrollo tecnológico • Falta integración PFC-industria • Crisis financiera mundial

4.4.3. RENTABILIDAD Y VIABILIDAD DE LAS INVERSIONES DE LAS PFC

Desde el punto de vista económico, una plantación forestal comercial (PFC) es un negocio donde el dueño de la misma invierte bienes de capital para generar ganancias a través de la venta de los productos cosechados (González et al., 1990). En este sentido, varias características de las inversiones en plantaciones condicionan las decisiones de los inversores entre diferentes alternativas; una desventaja de inversiones en PFC es el largo tiempo que requiere. Desde un inicio, se realiza una proporción muy alta de los gastos, y la mayor parte de los ingresos llegan al final del ciclo, lo cual aumenta la incertidumbre y el riesgo de las inversiones, entre otros factores, por los precios futuros de productos e insumos, así como los precios de comercialización del producto final de la plantación (Enters et al., 2003).

Una forma de medir la viabilidad de las inversiones en una plantación es a través de la rentabilidad económica, la cual se mide comparando la corriente de costos y beneficios obtenidos durante el turno a valor presente (sin inflación).

En México, las primeras evaluaciones de PFC se empezaron a desarrollar a partir de la década de 1970 y fueron orientadas a evaluar las características físicas del crecimiento y desarrollo asociadas a las prácticas del cultivo (Ramírez y Torres, 1984). Debido a que el máximo rendimiento biológico de la plantación difiere del máximo rendimiento económico, surgió la necesidad de incluir y evaluar a la plantación bajo una perspectiva de costos y beneficios actualizados. Para definir si un proyecto es o no económicamente viable, se requiere de la estimación de indicadores económicos y financieros (por ej., Tasa Interna de Retorno -TIR-, Relación Beneficio-Costo –RB/C-, y Valor Neto Presente –VNP-) para la estimación de las ganancias.

Este apartado hace un análisis puntual de diferentes plantaciones con distintas especies en varias regiones del país. Inicialmente, se pensó obtener información de costos y beneficios a través de una encuesta a los dueños o administradores de las PFC, sin embargo, debido a que muchas empresas (sobre todo medianas, pequeñas y micro) no llevan un registro preciso de dicha información, esto no pudo ser posible. Otra razón es que se requiere de información muy específica y raras veces la proporcionan.

También se realizaron estudios de caso orientados a conocer las técnicas de producción y sus impactos en el crecimiento y rendimiento, así como información económica. Para ello se consultó información de los programas de manejo de PFC de varias empresas sometidos a la CONAFOR para obtener apoyos del PRODEPLAN, pero lamentablemente no existe información detallada del flujo de costos y beneficios a lo largo del turno. Existe poca información técnica sobre aspectos económicos concretándose a aspectos puntuales de inversión, pero no de criterios e indicadores económicos.

Como consecuencia, este estudio se basó en una revisión de literatura sobre varios trabajos de investigación y reportes consultados. La información vertida en este apartado es puntual y por tanto no se recomienda hacer extrapolaciones o generalizar la información. La información vertida y analizada es exclusivamente para las especies bajo estudio y condiciones de la plantación.

Análisis de los resultados

Aunque escasa, en México existe información sobre estudios de simulación de escenarios de producción y rentabilidad en PFC. Algunos ejemplos incluyen a Protti (1982), Escarpita (1985) y Streber y Caballero (1986) quienes realizaron un análisis financiero utilizando indicadores financieros como VNP, RB/C y TIR incluyendo un análisis de sensibilidad.
En general, la rentabilidad disminuye cuando incrementan los costos de plantación, la tasa de interés o la longitud del turno comercial, o también cuando disminuye el número de árboles/ha al final del turno o el precio de la madera (Hernández y Prieto, 1992).

Se encontró que existen otros estudios (Carballo, 1994) que evalúan la rentabilidad de proyectos. Por ejemplo, el Proyecto Simpson-México parece ser rentable a nivel empresa y para la economía en su conjunto. Sin embargo, para la empresa de Plantaciones Industriales Mexicanas se encuentra que no fue rentable. Por tanto, la empresa debería de considerar un cambio en su programa de manejo de la empresa.

En general, la rentabilidad de una plantación forestal se ve favorecida cuando existen costos bajos al inicio, retornos de ingreso tempranos (aclareos y/o cosecha) y bajos costos de mantenimiento (Hardcastle, 1999).

Para determinar el flujo de fondos por parte de los costos, se recomienda incluir los apartados mostrados en el Cuadro 50.

Cuadro 50. Categorías y costos a considerar en el flujo de caja de una empresa forestal.

Categorías	Conceptos
1. PLANEACIÓN	Estudios de factibilidad, Programas de Manejo Forestal y Otros estudios
2. INFRAESTRUCTURA	Construcción de caminos, mantenimiento de caminos.
3. PRODUCCIÓN DE PLANTA	3.1 Llenado de charolas: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 3.2 Desarrollo en invernadero: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 3.3 Desarrollo en área abierta: Mano de obra, equipo y maquinaria consumibles, otros cargos
4. PREPARACIÓN DEL SITIO	4.1 Limpia del terreno: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 4.2 Subsoleo: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 4.3 Aplicación de herbicida: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos
5. PLANTACIÓN	5.1 Transporte de planta: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 5.2 Plantación: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 5.3 Replantación: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos
6. FERTILIZACIÓN	6.1 Primera aplicación: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 6.2 Segunda aplicación: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos
7. MANTENIMIENTO	7.1 Primer año: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 7.2 Segundo año: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos
8. PROTECCIÓN	8.1 Cercado: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 8.2 Vigilancia: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 8.3 Apertura de brechas cortafuego: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 8.4 Prevención y combate de incendios: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos 8.5 Control de plagas: Mano de obra, equipo y maquinaria, consumibles, otros cargos
Contratación de tierras	
Administración y otros	

Fuente: Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.

Al utilizar las categorías y conceptos descritos en el Cuadro 50, y generar escenarios alternativos con información proveniente del Cuadro 51, para la empresa PLANTEH, S.A. de C.V. en especies de eucalipto, Telles et al., (2008) encontró:

Cuadro 51. Esquema de egresos a través en un horizonte de planeación de 15 Años para la empresa PLANTEH S.A de C.V.

Año	Concepto	$\times ha^{-1}$
0	Planeación	135.00
	Total año 0	***135.00***
1	Producción de planta	922.54
	Preparación del sitio	2,097.64
	Plantación	1,103.18
	Total plantación	***4,123.36***
	Mantenimiento	1,558.99
	Protección	643.22
	Mantenimiento caminos	42.85
	Fertilización	935.00
	Total año 1	***7,303.42***
2	Mantenimiento	1,558.99
	Protección	643.22
	Contratación tierras	384.00
	Administración	1,588.00
	Mantenimiento caminos	42.85
	Total año 2	***4,217.06***
3	Protección	643.22
	Contratación tierras	384.00
	Administración	1,588.00
	Mantenimiento caminos	42.85
	Total año 3	***2,658.07***
4 – 15		
	A partir del año cuatro se tienen las mismas actividades mencionadas en el año	
	tres, por lo que los costos son iguales cada año*	***2,658.07***

Fuente: Telles et al. (2006).

La rotación de las plantaciones se acorta cuando existe un incremento en las tasas de interés y se extiende cuando aumentan los costos de establecimiento y también cuando se considera ingresos por la captura de carbono (Cuadro 52). Lo anterior es importante de considerar al momento de analizar la rentabilidad de una plantación ya que existen factores externos que están influenciando las decisiones que toma el administrador en la empresa forestal.

Cuadro 52. Cambio (en meses) de la edad de rotación en plantaciones de Eucalyptus grandis y E. urophylla ante un incremento en las variables tasa de descuento (r), costos de establecimiento (Co), y precios de carbono (pc), para dos índices de sitio y escenarios de productos finales.

Variable	Sólo madera para celulosa				Madera sólida-celulosa				Cambio en la rotación
	E. grandis		*E. urophylla*		*E. grandis*		*E. urophylla*		
	IS 24	*IS 28*	*IS 24*	*IS 28*	*IS 24*	*IS 28*	*IS 24*	*IS 28*	
Co (Δ $2 000)	4	2	2	1	3	2	2	1	Se extiende
r (Δ 2 %)	12	5	5	3	19	9	9	5	Se acorta
Pc† ($21 tCO_2e^{-1})	4	3	2	2	2	2	2	1	Se extiende
R† (Δ 2 %)	13	11	8	6	14	12	14	10	Se acorta

Para el cálculo de los indicadores económicos se recomienda generar cuadros, donde se tomen en cuenta los costos y beneficios en un periodo de planeación (turno) considerando además los factores de actualización (tasas de interés y posibles factores de riesgo). Si el proyecto de PFC cuenta con subsidio del PRODEPLAN o de otras fuentes, este apoyo se debería considerar como un beneficio para la empresa y puede tener cierto peso en lo referente al valor de los indicadores de rentabilidad.

A continuación se muestra un ejemplo basado en Bravo (2007), para el caso de la estimación maderable y evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales de cedro y caoba en Oaxaca (Cuadro 53).
En relación al efecto que pudiera tener el PRODEPLAN como un subsidio se muestra que en términos de RB/C es de 0.11, TIR= 1.17 y VNP= $6,796.11. Estos resultados son similares a los encontrados en la empresa de PLANTEH S.A. de C.V. al encontrar un aproximado de 2% de TIR con subsidio del PRODEPLAN en un turno de 7 años.

Cuadro 53. Cálculo del valor neto presente (VNP), relación beneficio-costo (RB/C) y tasa interna de retorno (TIR) en plantaciones forestales comerciales de caoba y cedro bajo el esquema con subsidio.

Año del proyecto	CI ($/ha)	FA 3%	VAC (3%) ($/ha)	Beneficios ($/ha)	FA 3%	VAB (3%) ($/ha)
0	14.446,00	1,00	14.446,00		1,00	
1	11.321,00	0,97	10.991,26	7.000,00	0,97	6.796,12
2	11.321,00	0,94	10.671,13		0,94	
3	10.825,00	0,92	9.906,41		0,92	
4	2.700,00	0,89	2.398,92		0,89	
5	2.700,00	0,86	2.329,04		0,86	
6	2.700,00	0,84	2.261,21		0,84	
7	2.700,00	0,81	2.195,35		0,81	
8	2.700,00	0,79	2.131,40		0,79	
9	2.700,00	0,77	2.069,33		0,77	
10	200,00	0,74	148,82		0,74	
11	200,00	0,72	144,48		0,72	
12	200,00	0,70	140,28		0,70	
13	200,00	0,68	136,19		0,68	
14	200,00	0,66	132,22		0,66	
15	200,00	0,64	128,37	199.175,00	0,64	127.842,85
Total	***65.313,00***	***12,94***	***60.124,05***	***206.175,00***	***12,93***	***134.638,97***
			Con PRODEPLAN		***SIN PRODEPLAN***	
		$R^B/_C$	***2,24***		***2,13***	
		TIR	***10,51***		***9,34***	
		VNP	***74.408,56***		***67.612,45***	

**CI = Costo de inversión; FA = Factor de actualización;
VAC = Valor actual de costos. VAB = Valor actual de los beneficios. Fuente: Bravo (2007).**

Estos resultados sugieren que pareciera poco el efecto del subsidio del programa. Sin embargo, este subsidio es otorgado en las etapas iniciales de una empresa, justo en el tiempo donde mayor demanda de recursos se requiere. Además, un 2% de TIR no es despreciable en el mercado de valores, por lo que ante riesgos e incertidumbre de una economía (por ej., la alza de la inflación), el subsidio es lo que podría en determinado momento hacer la diferencia entre pérdidas y ganancias económicas.

Después de haber descrito brevemente como se obtiene el flujo de fondos, es posible manejar información de costos, beneficios e indicadores económicos por proyecto de PFC y principales especies plantadas a nivel región y estado y con ello generar una base de datos y realizar análisis comparativos. El Cuadro 54 muestra un concentrado de los indicadores de rentabilidad (con y sin subsidios), por turno, producto, especie a nivel región y estado de los estudios encontrados para PFC.

La mayoría de los estudios encontrados (Cuadro 54), se ubican en los estados de Oaxaca, Puebla, y Veracruz dentro las regiones 1 y 2 bajo estudio. Las especies van desde preciosas, semipreciosas, y corrientes tropicales hasta una combinación de éstas con cultivos agrícolas en sistemas agroforestales. El producto principal obtenido o a obtener es de aserrío y los turnos van en un intervalo de 12 a 30 años.

En relación a la rentabilidad económica de las PFC analizadas se puede observar a través de los indicadores financieros con y sin subsidio del PRODEPLAN. El hecho es que no todos los estudios encontrados reportan el análisis con subsidio. Lo anterior, debido a que posiblemente no todos los proyectos hayan tenido acceso al programa o simplemente el análisis únicamente se realizó sin él.

Al analizar los indicadores de rentabilidad solamente para aquellos trabajos donde se incluye el análisis con subsidio del PRODEPLAN (Cuadro 54), se observa que los indicadores reportados varían un poco. Por ejemplo, Ibarra (2004) y Noguéz (2004) reportan VNP superiores a 2.1 millones de pesos por ha durante el turno en comparación al VNP encontrado por Bravo (2007), quien reporta valores superiores a 74,400.00 anuales por ha. Sin embargo, al extrapolar esta cantidad a un turno de 30 años, los resultados serían similares. Tal análisis no se recomienda hacer debido a que los estudios son en condiciones diferentes al menos en relación al turno.

Cuadro 54. Indicadores financieros (con y sin subsidio), turno, productos, especie, por estado y región para PFC.

					Indicadores de rentabilidad					
Región	Estado	Especie	Productos	Turno (años)	Con PRODEPLAN			Sin PRODEPLAN		
					VNP ($)	$R^B/_C$	TIR	VNP ($)	$R^B/_C$	TIR
2	Oaxaca	Cedro[1] (*Cedrela odorata*)	Aserrío	15	74,408.56	2.24	10.51	67,612.45	2.13	9.34
2	Oaxaca	Caoba[1] (*Switenia macrophylla*)	Aserrío	15	74,408.56	2.24	10.51	67,612.45	2.13	9.34
1	Puebla	Teca[2] (*Tectona grandis*)	Aserrío	30	2,351,310.85	1.29	12.06	--------	------	-----
1	Veracruz	Cedro rosado[3] (*Acrocarpus fraxinifolius*)	Aserrío	21	2,105,267.70	1.62	27.85	--------	------	------
1	Veracruz	Cedro rojo[4] (*Cedrela odorata*)	Aserrío	18	----------	------	------	172,380.03	3.10	31.40
1	Veracruz	Cedro nogal[4] (*Juglans pyriformis*)	Aserrío	18	----------	------	------	47,271.11	2.01	18.37
1	Veracruz	Primavera[4] (*Tabebuia donnell-smithii*)	Aserrío	12	----------	------	------	79,211.59	2.01	21.24
1	Veracruz	Cedro rojo –Maíz[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	------	------	165,568.03	3.12	26.10
1	Veracruz	Cedro rojo-Cacahuate[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	------	------	165,193.61	3.11	26.00
1	Veracruz	Cedro rojo-Café[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	------	------	149,245.07	3.06	21.30
1	Veracruz	Cedro nogal-Maíz[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	------	------	44,016.81	1.84	17.70
1	Veracruz	Cedro nogal-Cacahuate[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	------	------	47,767.01	1.85	18.40
1	Veracruz	Cedro nogal-Café[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	------	------	53,807.50	1.71	17.60
1	Veracruz	Primavera-Maíz[4]	Aserrío/Cultivo	12	----------	------	------	168,662.00	2.67	29.20
1	Veracruz	Primavera-Cacahuate[4]	Aserrío/Cultivo	12	----------	------	------	175,543.50	2.82	30.90
1	Veracruz	Primavera-Café[4]	Aserrío/Cultivo	12	----------	------	------	172,989.86	2.89	27.00

Donde: VNP= Valor Neto Presente; TIR= Tasa Interna de Retorno; R B/C= Relación Beneficio/Costo.
Fuente: Diseño de elaboración propia y datos de 1Bravo (2007), 2Ibarra (2004). 3Noguéz (2004), y 4López (2004) y López y Musálem (2007).

Respecto a los indicadores de rentabilidad sin apoyos del PRODEPLAN, se puede mencionar que en todos los trabajos se reportan valores superiores en comparación a los criterios mínimos aceptables (Cuadro 54). Por ejemplo, para el VNP comprende intervalos que van entre $ 44,016.81 y $172,989.86 por ha por año, lo que significa muy buenas utilidades. Asimismo, en relación a la RB/C, los trabajos analizados indican intervalos entre 1.71 y 3.12. Lo que sugiere que en el caso del valor mínimo (RB/C=1.71) por cada peso invertido se recobra ese peso y se obtiene una ganancia de $0.71, esto es el 71% de rendimiento. Para el valor máximo (RB/C=3.12) la tasa de rendimiento sería del 212%.

En relación a las TIR´s reportadas, se observa que también son más o menos altas. El intervalo fluctúa entre 9.34 y 31.40. Consecuentemente, para que los trabajos sean rentables financieramente bajo este indicador se requerirá que la tasa de interés comercial sea igual o menor al valor mínimo (9.34). De lo contrario, cuando el costo del dinero es superior a las TIR de algún trabajo reportado, se considera que no es rentable.

Lo anterior hay que tomarlo con reservas ya que aunque se sugiere eso, los dueños de las empresas sobre todo de aquellas de tamaño micro y pequeñas, no les interesa mucho los análisis aquí realizados aunque operen con TIR´s por debajo de la tasa de interés comercial. Simplemente los dueños establecen sus plantaciones por que les gusta hacerlo (tradición) y para ello usan a la familia como trabajo laboral. Sin embargo, los empresarios que operan bajo esta perspectiva, podrían ser desplazados competitivamente del mercado. No ocurre lo mismo con una plantación mediana o grande donde los objetivos son la rentabilidad de sus inversiones.

En términos de eficiencia, el máximo rendimiento físico o maderable de una plantación forestal difiere del máximo rendimiento financiero. Usualmente, el último ocurre primero por el efecto de la tasa de interés. Por tanto, el postergar la cosecha más tiempo en una plantación podría repercutir en la disminución de las ganancias netas de la empresa. De la misma manera, ante cualquier incremento en la tasa de interés (quizás por el efecto inflacionario), traerá como consecuencia que el turno se acorte, lo mismo pasa con los costos de establecimiento cuando estos tienden a incrementar. Estos aspectos y otros que pudieran tener un impacto en los flujos de caja de las empresas y por ende en las decisiones futuras pueden ser mejor analizados a través de los análisis de sensibilidad. Este último conjuntamente con los análisis de rentabilidad son herramientas fundamentales en el proceso de la toma de decisiones.

En suma, se observa que los estudios aquí analizados poseen indicadores de rentabilidad que van de aceptables a muy redituables. Lo anterior implica que el establecimiento de plantaciones forestales en condiciones similares a los estudios aquí reportados representan negocios atractivos dado que su rentabilidad es aceptable y competitiva.

Consideraciones finales

Los análisis de rentabilidad y sensibilidad representan herramientas muy útiles para los administradores ya que a través de ellas se puede ver la eficiencia en valor de las plantaciones y también del efecto que se podría presentar sobre esa rentabilidad ante cambios en los precios de los insumos, precios de los productos, tasas de interés, otros.

Aunque existen trabajos sobre PFC a nivel nacional, los cuales reportan información de su rentabilidad, son pocos aquellos que realmente llevan un registro contable de todas sus entradas y salidas en valor preferentemente

tienen esta información aquellas empresas medianas y grandes pero deberían tenerla y usarla cualquier empresa forestal.

Los trabajos aquí analizados presentan una rentabilidad financiera muy redituable. Lo que sugiere que el negocio de las plantaciones bajo las condiciones analizadas puede ser competitivo comparativamente con otro tipo de empresas (actividades ganaderas y agrícolas). Habría que hacer estudios comparativos de este tipo.

Se sugiere que cada empresa forestal realice registros contables y use este tipo de información ya que representa un insumo valioso para la toma de decisiones. Consecuentemente, la CONAFOR debería de solicitar en los programas de manejo de las empresas apoyadas o a apoyar, un análisis sobre la rentabilidad de las mismas. A medida que los empresarios y administradores empiecen a utilizar esta información podrían ejercer un mayor control de las actividades en el proceso de producción y consecuentemente en la toma de decisiones esto repercutiría en el incremento de la rentabilidad de sus empresas.

4.4.4. ESTRUCTURA DE COSTOS POR ESPECIE Y POR TAMAÑO DE EMPRESA.

El análisis de la estructura de costos permite, en principio, conocer el grado de organización de la empresa o proyecto a evaluar, el desarrollo o implementación de paquetes tecnológicos y las perspectivas a futuro de la misma. El diseño, caracterización y evaluación de la estructura de costos es una herramienta de toma de decisiones que facilita a los dueños y administradores de PFC implementar las acciones pertinentes para lograr la rentabilidad de los proyectos en desarrollo y la generación de nuevas propuestas de mejora del proceso productivo tanto en la parte administrativa como operativa.

Estructura de costos por especie (Encuestas a plantadores de PFC)

Este análisis se basó en la información de las encuestas realizadas a plantadores. Se obtuvo información relacionada a costos de plantaciones forestales comerciales procedente de encuestas realizadas a 45 plantadores en los estados de Campeche, Chiapas, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz. La Figura 83 muestra la frecuencia de plantadores entrevistados por tipo de especies que poseen sus plantaciones.

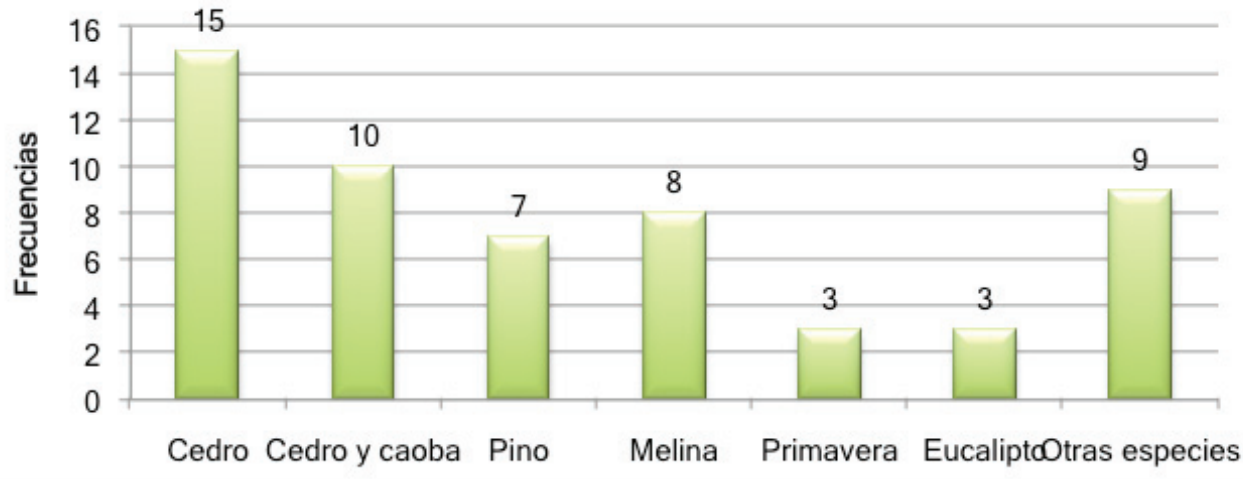


Figura 83. Número de entrevistados por tipo de especies de sus plantaciones.
Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Alrededor del 50% de la información recabada corresponde a especies consideradas como maderas preciosas (cedro y caoba) que aparecen tanto de manera separada como asociadas.

En el caso de los pinos, se tienen registradas las especies P. patula, P. pseudostrobus, P. montezumae, P. ayacahuite y P. chiapensis. En la categoría "Otras especies" se consideran a las siguientes: Huizache, Otate, Amapa, Teca, Pseudotsuga y Xochicuahuitl.

Con base en la información de las encuestas se eligieron las especies con mayor información de costos: cedro (Cedrela odorata) y caoba (Swietenia macrophylla); melina (Gmelina arborea) y pinos (Pinus spp.). Cabe mencionar que para todos los casos, la información presentada se basó en pocas encuestas que reportaron alguna información y debe ser tomada con reservas.

a) Cedro y caoba

En lo relacionado a los costos promedio para cedro y caoba el concepto con mayor valor es la producción/ compra de planta con $1596.00/ha, seguido de plantación y replante ($1,266.74/ha), preparación del terreno ($1038.00/ha); de acuerdo con los entrevistados, la fertilización y pesticidas tiene un costo promedio/ha de $711.18, la protección contra incendios de $508.64 y la protección de otros factores ($222.5).

Es importante señalar que el concepto "Mantenimiento" no fue considerado para la generación de este cuadro debido a que la información presentaba una variabilidad alta: desde costos de alrededor de 16 mil pesos/ha hasta 300 pesos/ha. La misma situación se presentó para el caso del "Cercado"

La Figura 84 presenta los porcentajes aportados por cada concepto a los costos para las especies evaluadas en este apartado.

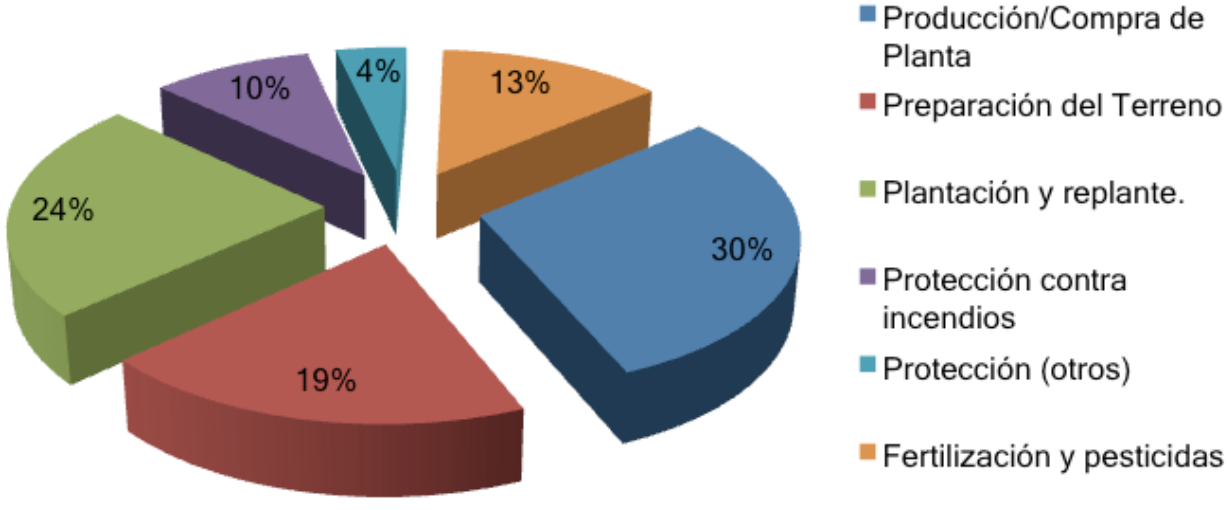


Figura 84. Porcentaje aportado por cada uno de los conceptos de costos reportados para las especies Cedro (Cedrela odorata) y caoba (Swietenia macrophylla). Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

b) Melina (Gmelina arborea)

Para el caso de melina, el costo promedio/ha más alto se reportó para el concepto de fertilización, con $2,825.00, seguido de protección contra incendios ($2,000.00), producción/compra de planta ($1,850.00), preparación del terreno ($1,335.00), plantación y replante ($1,109.00), mantenimiento ($1,021.00) y la protección de otros factores ($1,302.00). La Figura 85 muestra la participación de cada concepto y su importancia con relación a los costos las PFC de Melina para la muestra entrevistada.

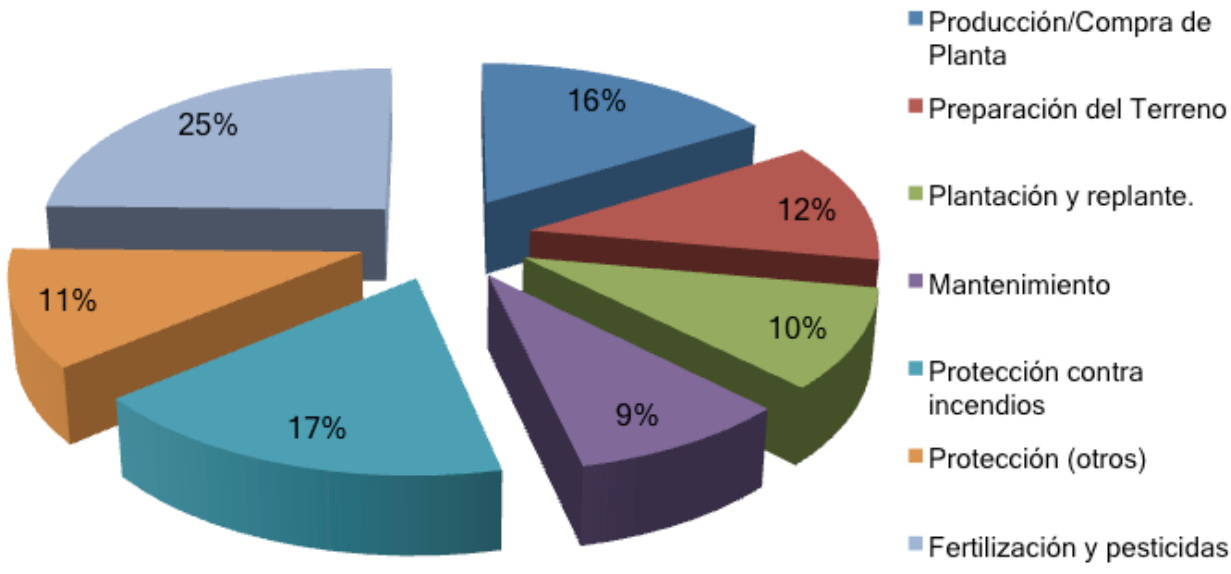


Figura 85. Porcentaje de la participación en costos de los conceptos reportados para el manejo en PFC de Melina (Gmelina arbórea). Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

c) Pino (Pinus spp.)

El costo promedio más alto/ha para pino se reportó para el concepto de fertilización, con $2,689.17, seguido de preparación del terreno ($1,602.86), cercado ($1,500.00), plantación y replante ($1,143.20), producción/compra de planta (1,028.57), mantenimiento ($520.00), y la protección de otros factores ($480.00). La Figura 86 muestra la participación de cada concepto y su importancia en relación a los costos totales mencionados.

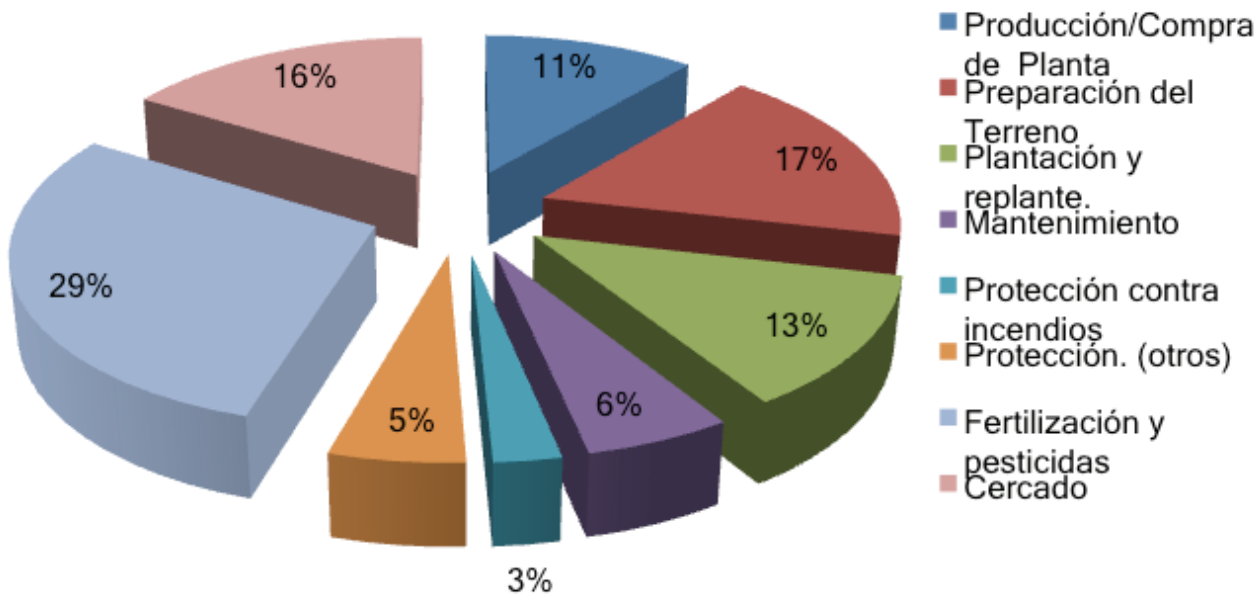


Figura 86. Porcentaje de la participación en costos de los conceptos reportados para el manejo en PFC de Pino (Pinus spp.). Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Para realizar una comparación de los costos entre especies, se decidió seleccionar tres conceptos que cuentan con mayor cantidad de datos: producción/compra de planta (P/CP); preparación del terreno (PT); y, plantación y replante (PyR) (Figura 87).

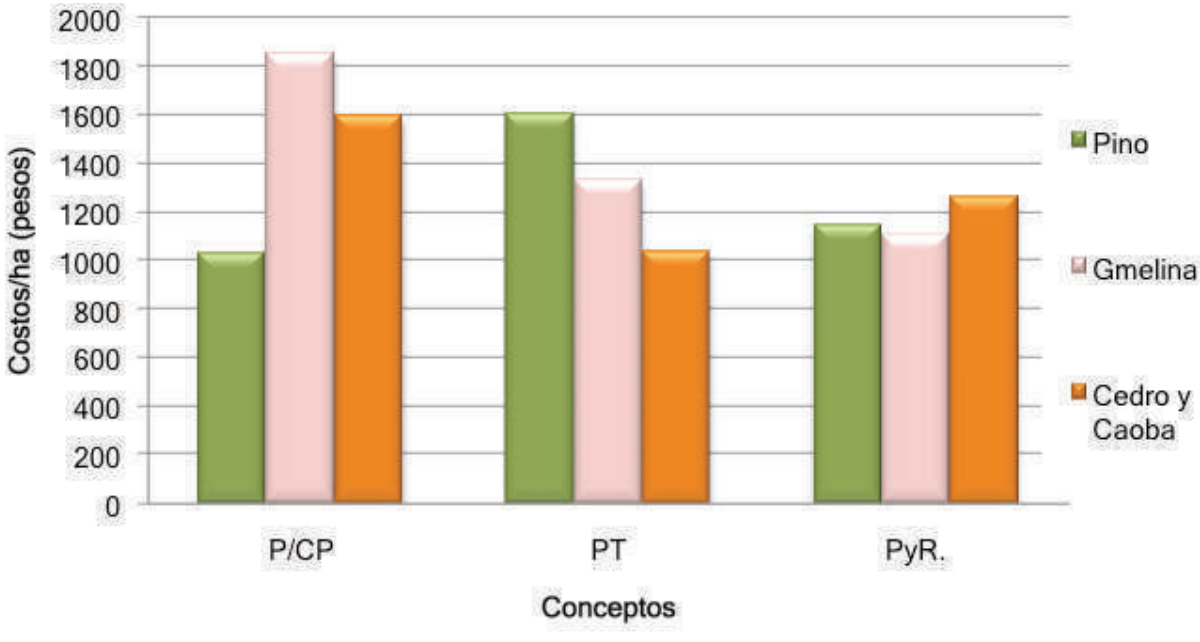


Figura 87. Comparación de algunos costos de plantación para cedro y caoba; melina y pino. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

La Figura 87 muestra que los entrevistados reportan un costo mayor en el rubro de producción/compra de planta para melina, seguido de cedro y caoba y por último pino con costos aproximados de $1,800, $1,600 y $1,000 pesos por hectárea. Para el concepto de preparación del terreno, el primer lugar lo ocupa el pino con un costo de $1,602.86/ha, seguido de melina ($1,335.00/ha) y por último cedro y caoba con $1,038.00/ha por hectárea plantada. Finalmente, para el concepto de plantación y replante, las cifras para las tres especies son similares, posiblemente porque manejan densidades de plantación parecidas.

El rubro donde se tiene mayor variación entre las especies es la producción/compra de planta, relacionándose este aspecto a que los ciclos de producción de planta en vivero son diferentes, al costo y/o dificultad de la obtención del germoplasma y al precio de venta que los productores de planta comercializan a la misma (para el caso de la compra de este insumo).

Estructura de costos por especie (estudios de investigación)

a) Eucalipto para celulosa (Eucalyptus urophylla y E. grandis)

A continuación se muestra un ejemplo de estructura de costos manejada para la empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. de C.V. para una plantación de materias primas celulósicas de las especies a una densidad de 1,100 árboles por hectárea (Telles, 2007).

Concepto	Costos/Ha ($)
Planeación	135.00
Infraestructura	1,342.80
Producción de planta	922.54
Preparación del sitio	2,097.64
Plantación	1,103.18
Fertilización	935.00
Mantenimiento	3,117.98
Protección	1,513.16
Contratación de tierras	3,402.00
Administración y otros	10,619.00
Gran Total	25,188.30

Cuadro 55. Estructura de costos para Eucalipto para celulosa

Fuente: Telles (2007).

La estructura anterior se maneja para un horizonte de planeación de 7 años, tomándose en cada año los gastos realizados por concepto para obtener el total por hectárea al finalizar el ciclo de producción. Es importante señalar que se presenta solamente una síntesis en el cuadro manejándose únicamente los títulos de los grandes conceptos sin realizar el desglose de los mismos en todos los subcomponentes (Anexo IV-I). Como se puede observar (Figura 88), el mayor costo (42% del total) corresponde al rubro de Administración y otros, seguido del concepto de contratación de tierras, planeación, preparación del sitio, y protección, entre otros.

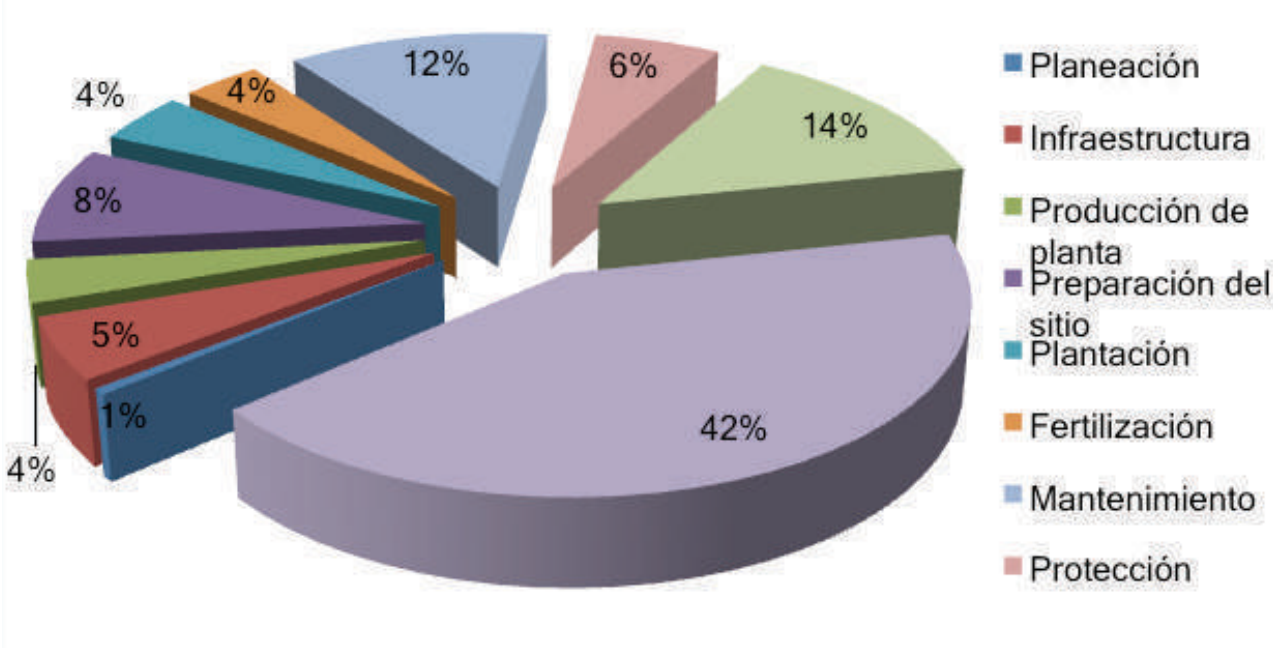


Figura 88. Costos de producción de Eucalyptus urophylla y E. grandis para celulosa.
Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.

b) Cedro rosado (Acrocarpus fraxinifolius)

Para el caso de una plantación de Cedro rosado establecida en el municipio de Coyutla, estado de Veracruz para un turno de 21 años se obtuvo la siguiente estructura de costos (Cuadro 2).

El 20% de los costos totales ($ 9,506.70/hectárea) están concentrados en el costo de aprovechamiento de la corta final, actividad seguida por los conceptos preparación del terreno y plantación con el 19 y 18%, respectivamente (Figura 89).

Cuadro 56. Estructura de costos para cedro rosado (Acrocarpus fraxinifolius)

Concepto	Descripción
Especie	Cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*)
Periodo de análisis del proyecto	21 años
Productividad	25 m³/ha/año
Turno comercial	7 años
Superficie total a plantar	70 hectáreas
Superficie anual a plantar	10 hectáreas
No. de árboles por ha	1,111
Precio de planta	$ 4.50
Renta anual por ha del terreno	$ 840.00
Precio por venta de madera en rollo	$ 450.00 por m³r.
Monto del subsidio del PRODEPLAN por ha.	$ 7,000.00
Tasa de actualización	6.47% (tasa CETES a 28 días promedio anual)
Preparación del terreno	$ 1,800.00 por hectárea
Diseño y trazo de la plantación	$ 400.00 por hectárea
Apertura de cepas	$ 300.00 por hectárea
Plantación	$ 1,660.00 por hectárea
Fertilización	$ 120.00 por hectárea (sólo para el 3er. Año)
Control de malezas	$ 897.00 por hectárea
Protección contra incendios	$ 120.00 por hectárea
Protección contra plagas y enfermedades	$ 1,432.00 por hectárea
Cercado	$ 425.00 (se considera una sola vez)
Costo de aprovechamiento de la corta final	$ 1,900.00 por hectárea.
Gastos de administración.	5% de los costos totales

Fuente: Noguéz (2004).

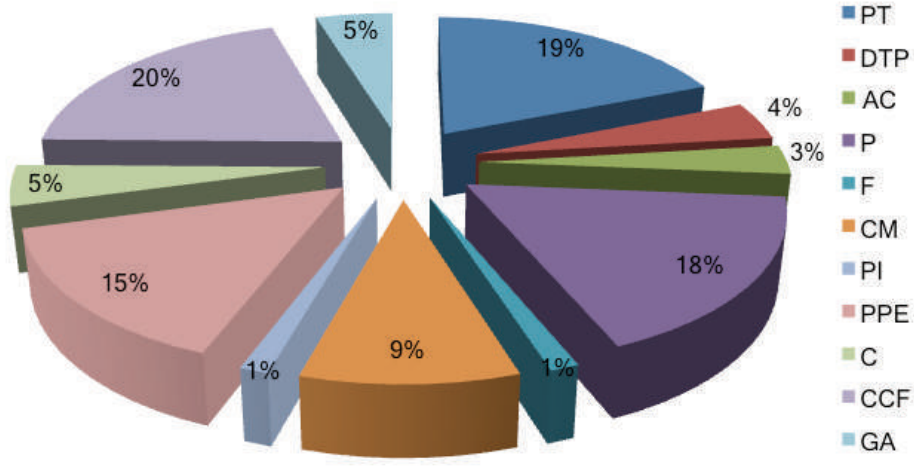


Figura 89. Costos de producción para cedro rosado (Acrocarpus fraxinifolius).Donde: DTP = Diseño y Trazo de la Plantación; AC = Apertura de Cepas; P = Plantación; F = Fertilización; CM = Control de Malezas; PI = Protección contra Incendios; PPE = Protección contra Plagas y Enfermedades; C = Cercado; CCF = Costo de aprovechamiento de la Corta Final; GA = Gasto de AdministraciónFuente: Elaboración propia con datos de Noguéz (2004).

c) Cedro y caoba en Tuxtepec, Oaxaca

Para las plantaciones de cedro rojo y caoba se cuenta con información de una serie de proyectos establecidos en la región de Tuxtepec, Oaxaca (Bravo, 2007) y cuya estructura de costos se presenta a continuación en el Cuadro 57.

Cuadro 57. Costos promedio (pesos/ha) para cedro y caoba en un horizonte de planeación de 15 años.

Concepto	Costo ($/ha)
Adquisición de planta	5,500.00
Preparación del terreno	4,646.00
Fertilización	992.00
Control de malezas	10,800.00
Control de plagas	24,375.00
Cercado del terreno	3,500.00
Otros	800.00
Total	***50,613.00***

Fuente: Elaboración propia con datos de Bravo (2007)

Las actividades de control de plagas y malezas para las plantaciones de cedro y caoba representan el mayor costo (48% del total), siguiéndole el control de malezas (21%) y la adquisición de la planta (Figura 90).

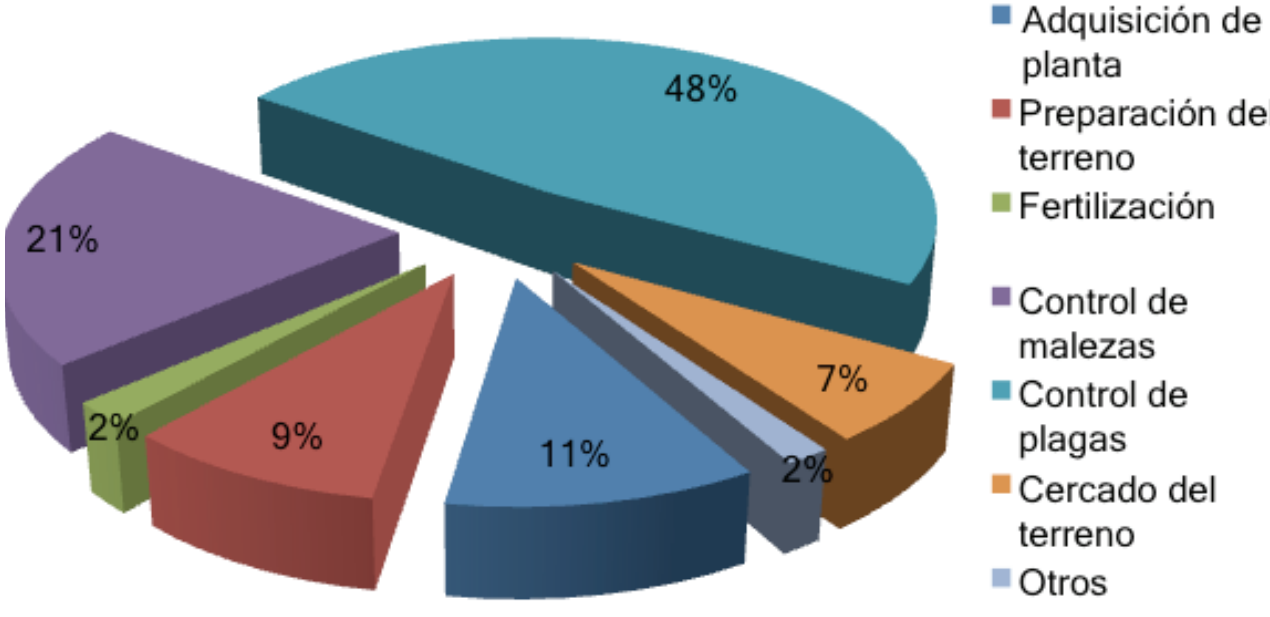


Figura 90. Participación porcentual los costos de cedro y caoba. Fuente: Elaboración propia con datos de Bravo (2007).

Análisis comparativos de estructura de precios (Estudios de investigación vs Encuestas a plantadores de PFC)

Para realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos con los estudios de investigación y la información recabada de las encuestas, fue necesaria una homogenización de conceptos o rubros manejados en cada una de las estructuras de costos. A continuación se muestran los principales conceptos usados en dicha comparación:

Producción/compra de planta (P/CP)
Preparación del terreno (PT)
Plantación y replante (PyR)

El Cuadro 58 muestra las categorías seleccionadas para el análisis comparativo y los costos para cada una de ellas.

Cuadro 58. Comparación de costos obtenidos de información de encuestas y proyectos o empresas evaluadas.

Concepto	Especie					
	*Pino	*Gmelina	*Cedro y caoba	[1]Eucalipto	[2]Cedro y caoba	[3]Cedro rosado
Producción/ compra de planta (P/ CP)	1,028.57	1,850.00	1,596.00	922.54	5,500.00	1,800.00
Preparación del terreno (PT)	1,602.86	1,335.00	1,038.00	2,097.64	2,695.00	700.00
Plantación y replante (PyR)	1,143.20	1,109.00	1,266.74	1,103.18	1,951.00	1,660.00
Totales parciales	3,774.63	4,294.00	3,900.74	4,123.36	10,146.00	4,160.00

*** = Información de encuestas. 1 = Empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.2 = Plantaciones de cedro y caoba de la serie de proyectos establecidos en la región de Tuxtepec, Oaxaca. 3 = Plantación forestal comercial de cedro rosado (Acrocarpus fraxinifolius) en el municipio de Coyutla, estado de Veracruz. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas e información de Noguéz (2004), Bravo (2007) y Empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.**

La Figura 91 muestra que los costos más elevados para la categoría P/CP lo presentan las plantaciones de Cedro y caoba de Tuxtepec, Oaxaca y los más pequeños lo presentan las plantaciones de pino.

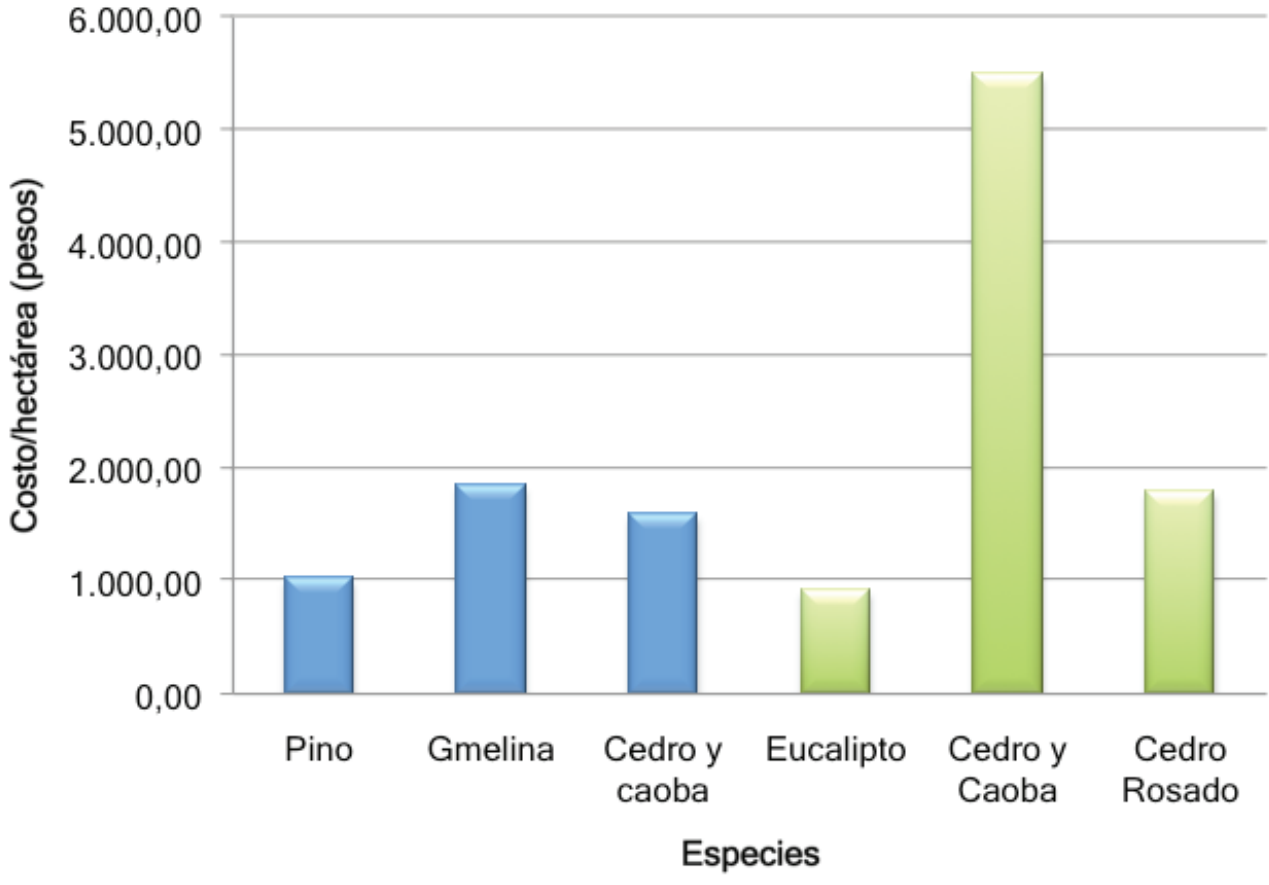


Figura 91. Comparación de los costos en el rubro producción/compra de planta (P/CP): Información de encuestas (barras color azul) y proyectos evaluados. Fuente: De elaboración propia con datos de encuestas e información de Noguéz (2004), Bravo (2007) y Empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.

En relación a la preparación del terreno por ha, se observa (Figura 92) que las plantaciones de cedro y caoba presentan los mayores costos ($2,695/ha) y las plantaciones de cedro rosado, los menores ($700/ha). Lo anterior dependerá de las condiciones del terreno y la intensidad de preparación del mismo.

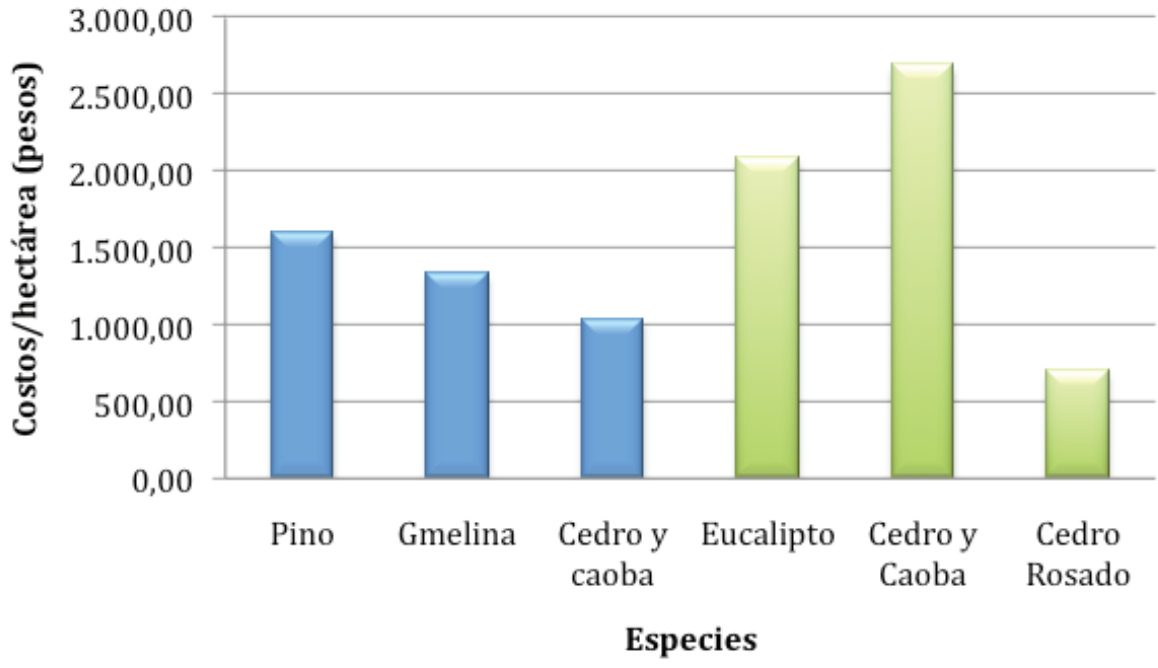


Figura 92. Comparación de costos en el rubro: Preparación del terreno (PT): Información de encuestas (barras color azul) y estudios evaluados. Fuente: De elaboración propia con datos de encuestas e información de Noguéz (2004), Bravo (2007) y Empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.

En relación al rubro de plantación y replante, los mayores costos se encuentran en los proyectos de Cedro y caoba de Tuxtepec, Oaxaca, aunque con diferencias menores a los demás (Figura 93)

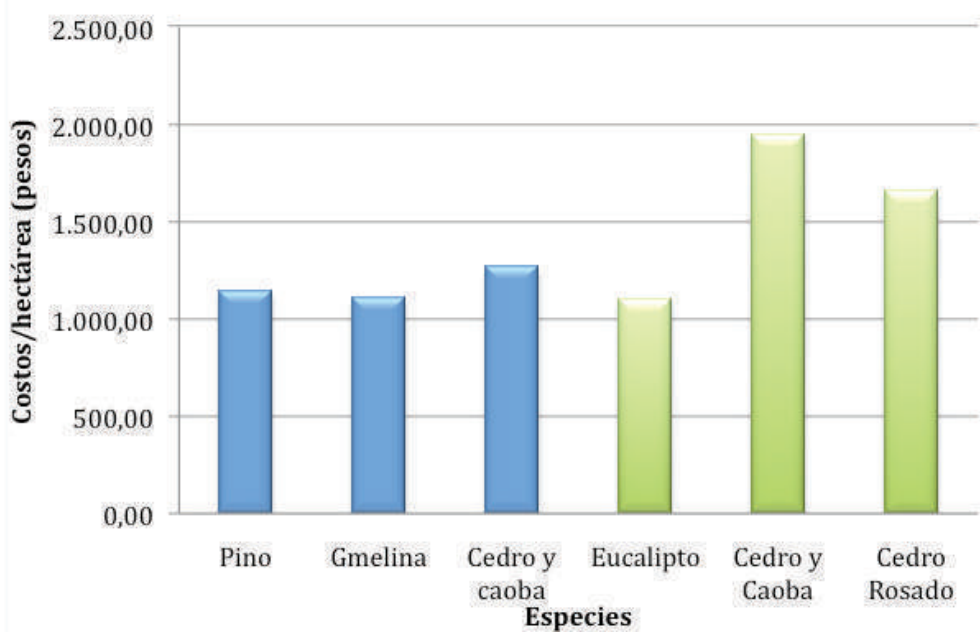


Figura 93. Comparación de los costos en el rubro de plantación y replante (PyR): Información de encuestas (barras color azul) y proyectos evaluados. Fuente: De elaboración propia con datos de encuestas e información de Noguéz (2004), Bravo (2007) y Empresa Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.

Para el caso de la información de las encuestas la variación es mínima teniéndose valores del orden de aproximadamente $4,000.00/hectárea; no así en el caso de los proyectos evaluados donde uno de ellos (Cedro y caoba de Tuxtepec, Oaxaca) maneja costos de poco más de $10,000.00/hectárea en contraste con los dos restantes (Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V. y la Plantación forestal comercial de cedro rosado) que mantienen una relación de costos similar a la encontrada por medio de las entrevistas a plantadores beneficiarios del PRODEPLAN.

La "Producción/Compra de Planta" representa un "cuello de botella" dado que en 4 de los 7 casos observados (plantaciones de maderas preciosas y semipreciosas), se presentan los mayores costos de manera individual.

Análisis comparativo de la estructura de costos por tamaño de empresa

En este apartado se realizó el análisis de la información recabada en los instrumentos de evaluación generando categorías en función al tamaño en superficie de las PFC teniéndose la siguiente clasificación (Cuadro 59)

Cuadro 59. Clasificación por tamaño de las PFC.

Tamaño de empresa	Superficie (ha)
Micro	Menor o igual a 25
Pequeña	De 26 a 100
Mediana	De 101 a 800
Grande	Mayor a 800

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

Del total de encuestas realizadas (45) se trabajó con la información de 40 de ellas dado que se presentaba de forma más completa, permitiendo su análisis y clasificación en las categorías mencionadas anteriormente. De los 40 casos, se trabajo las proporciones para cada categoría de tamaño de empresa (Figura 94).

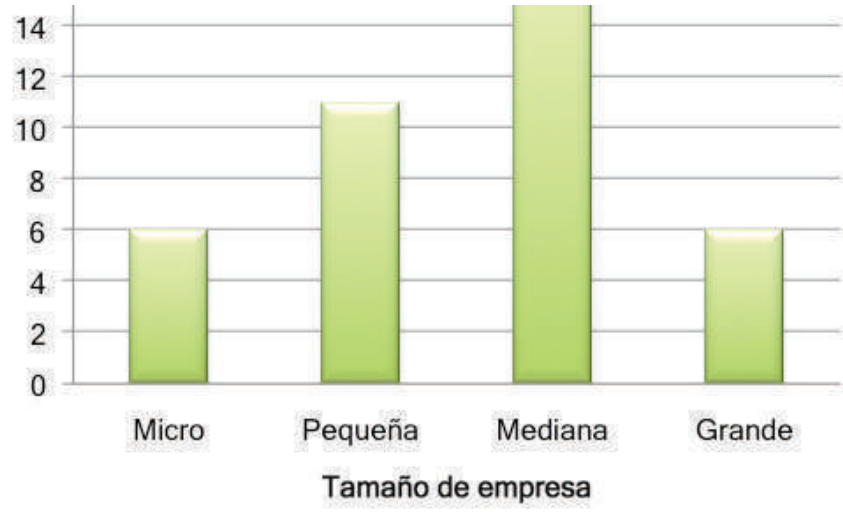


Figura 94. Número de casos considerados dentro de cada una de las categorías de la lasificación por tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Tomando como base el análisis realizado para las especies utilizadas en las PFC observado con anterioridad, se utilizarán de nuevo los 10 conceptos generales contemplados para la toma de información mencionada en la metodología, no obstante como en el caso anterior, solamente se procesó, de manera general, la referente a 8 de ellos debido a la pobreza o ausencia de costos para los rubros obtención de germoplasma, protección a otros agentes (para la categoría denominada: Microempresas y Otros gastos.

La información recabada es diferente para cada categoría de tamaño de empresa tanto por el número de casos en cada categoría como por los valores de los costos para cada rubro. Por tanto, se consideró pertinente analizarlos primero de manera separada y posteriormente seleccionar los rubros más representativos para un análisis comparativo.

Micro Empresa

En esta categoría se contemplan a todos los proyectos que reportaron en la encuesta una superficie plantada menor o igual a 25 hectáreas de cualquiera de las especies apoyadas por el esquema de subsidios del PRODEPLAN. De esta categoría se tiene información referente a 6 casos en los siguientes estados (Figura 95):

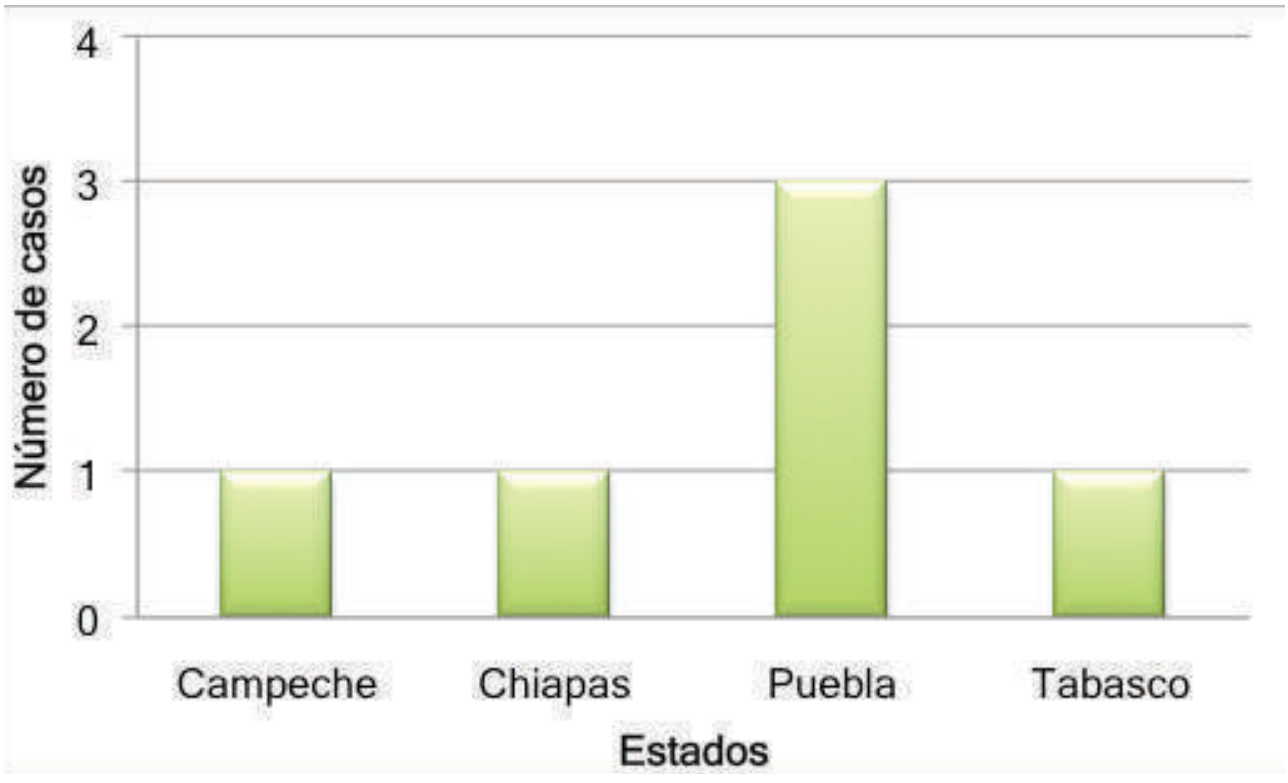


Figura 95. Número de casos evaluados en la categoría "Microempresa" por estado. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

En los seis casos se contó con información de los siguientes rubros: Producción/compra de planta (P/CP); Preparación del terreno (PT); Plantación y replante (PyR); Labores de mantenimiento (M); Protección de la plantación contra incendios (PI); Fertilización o pesticidas (F); Cercado (C); con lo cual se generó el siguiente cuadro y figura, obteniéndose información concerniente a costos promedio, los mínimos y máximos para cada concepto (Cuadro 60 y Figura 96).

Cuadro 60. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las microempresas.

Indicadores	P/CP	PT	PyR	M	PI	F	C
MIN	937.50	800.00	600.00	800.00	1,000.00	850.00	600.00
MAX	5,000.00	5,000.00	6,000.00	5,300.00	3,000.00	1,500.00	4,000.00
PROMEDIO	2,729.69	1,994.44	2,107.22	1,844.69	2,000.00	1,175.00	1,920.00

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

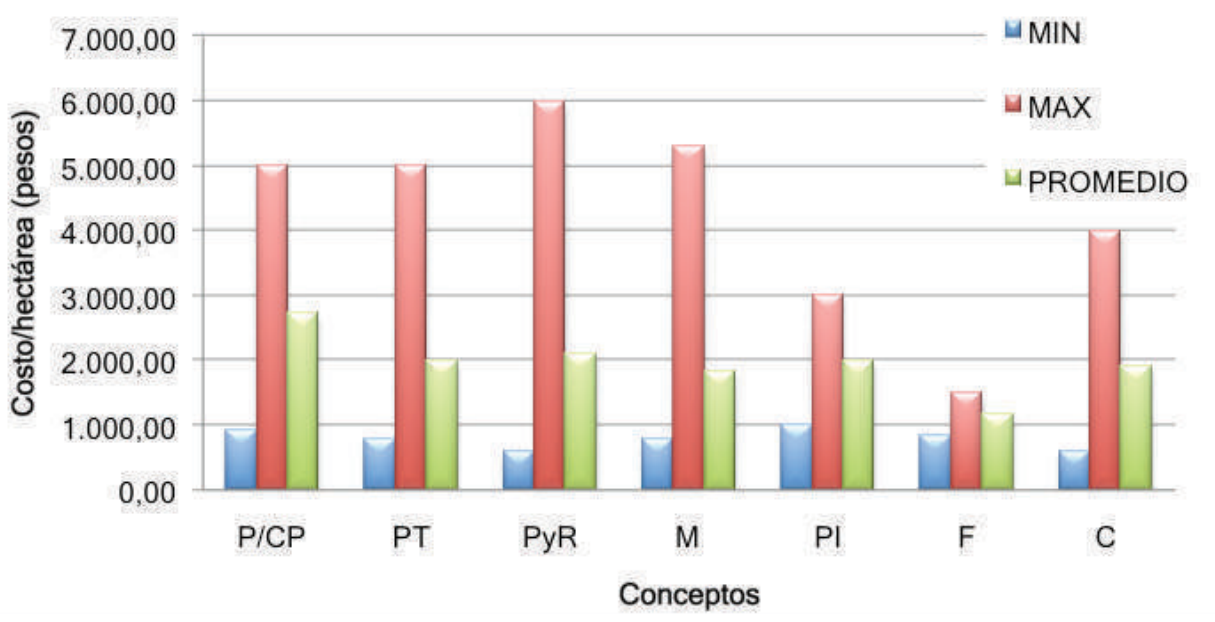


Figura 96. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las microempresas. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Pequeña Empresa

En este caso se tienen a todos los proyectos que reportaron en el instrumento de evaluación una superficie plantada entre 26 y 100 hectáreas de cualquiera de las especies apoyadas por el esquema de subsidios del PRODEPLAN. De esta categoría se tiene información referente a 11 casos ubicados en los siguientes estados (Figura 97):

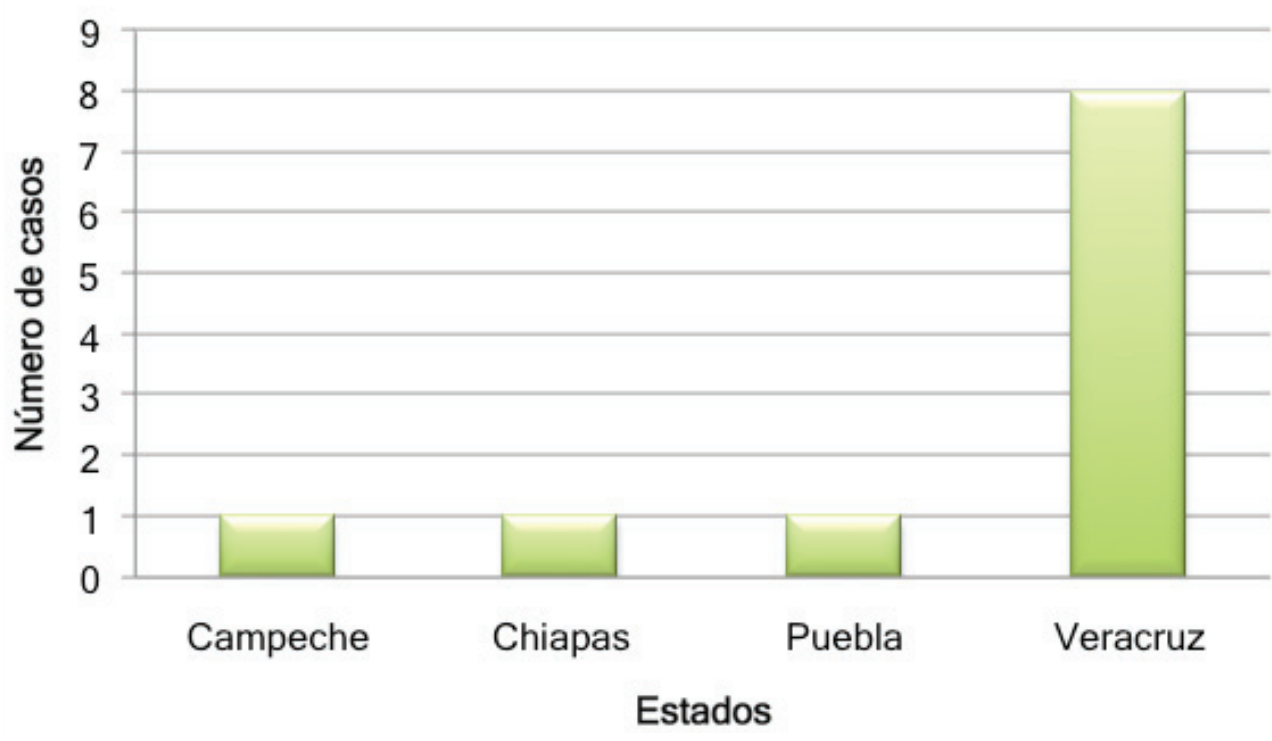


Figura 97. Número de casos evaluados en la categoría "Pequeña empresa" por estado. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

En los 11 casos se contó con información de los siguientes rubros: Producción/compra de planta (P/CP); Preparación del terreno (PT); Plantación y replante (PyR); Labores de mantenimiento (M); Protección de la plantación contra incendios (PI); Protección de la plantación a otros agentes (P); Fertilización o pesticidas (F); Cercado (C); con lo cual se generó información concerniente a costos promedio, los mínimos y máximos para cada concepto (Cuadro 61 y Figura 98).

Cuadro 61. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las empresas pequeñas.

Indicadores	P/CP	PT	PyR	M	PI	P	F	C
MIN	1,000.00	200.00	312.50	560.00	180.00	180.00	120.00	3,545.00
MAX	2,500.00	2,500.00	2,960.00	16,170.00	1,200.00	180.00	1,500.00	8,000.00
PROMEDIO	1,654.84	766.67	1,488.28	8,298.33	292.31	180.00	379.29	3,950.00

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

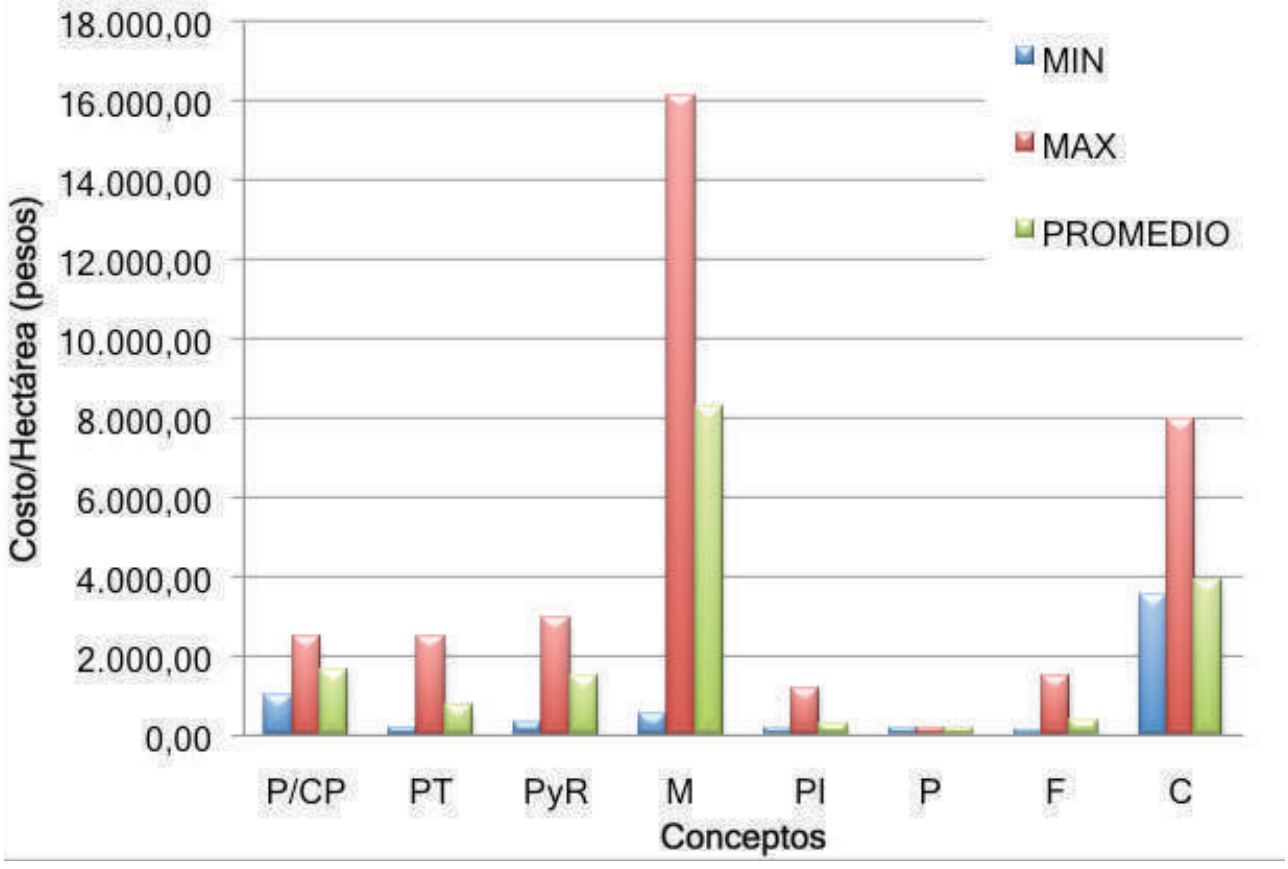


Figura 98. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las pequeñas empresas. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

Empresa Mediana

Esta categoría incluye a todos los proyectos que reportaron en las encuestas realizadas superficie plantada entre 101 y 800 hectáreas de cualquiera de las especies apoyadas por el esquema de subsidios del PRODEPLAN. De esta categoría se tiene información referente a 17 casos ubicados en diferentes estados del país (Figura 99):

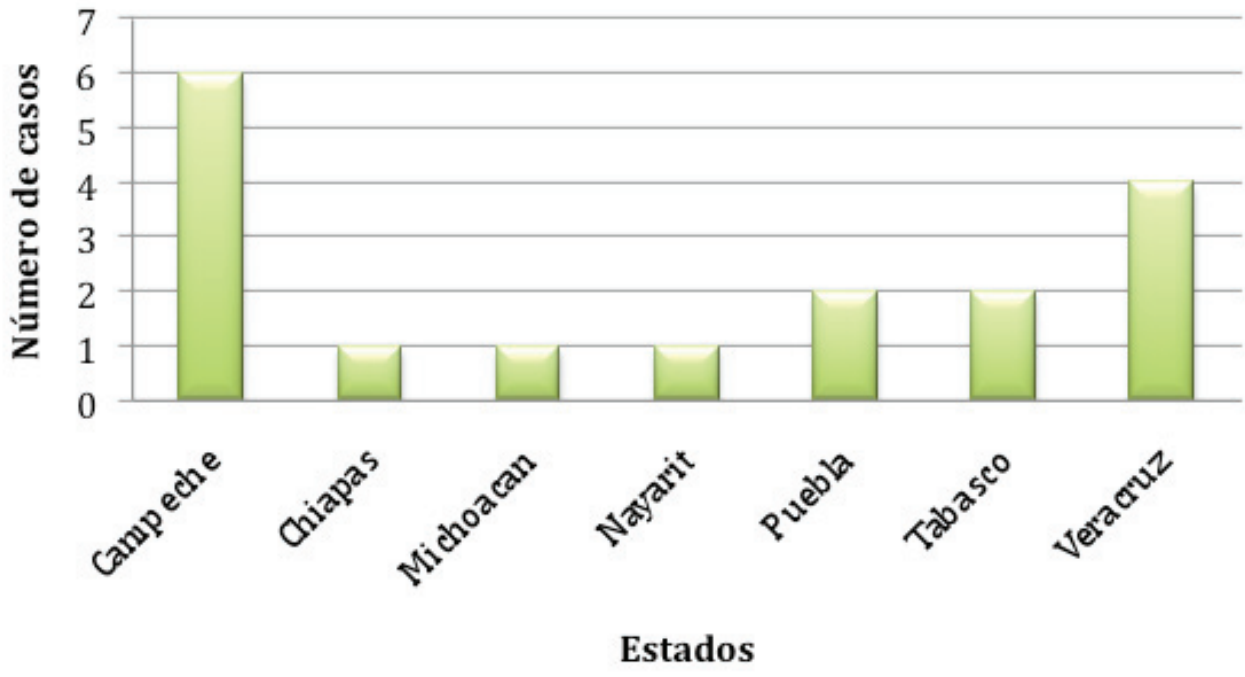


Figura 99. Número de casos evaluados en la categoría "Empresa mediana" por estado. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Para los 17 plantadores entrevistados, se contó con información mínima y máxima para los indicadores mostrados en el Cuadro 62 y Figura 100.

Cuadro 62. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las empresas medianas.

Indicadores	P/CP	PT	PyR	M	PI	P	F	C
MIN	1,000.00	480.00	300.00	300.00	180.00	100.00	120.00	1,000.00
MAX	3,000.00	15,000.00	5,000.00	16,170.00	1,000.00	2,000.00	1,333.00	7,000.00
PROMEDIO	1,780.09	1,964.17	1,325.68	4,271.00	558.24	523.50	668.83	3,298.13

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

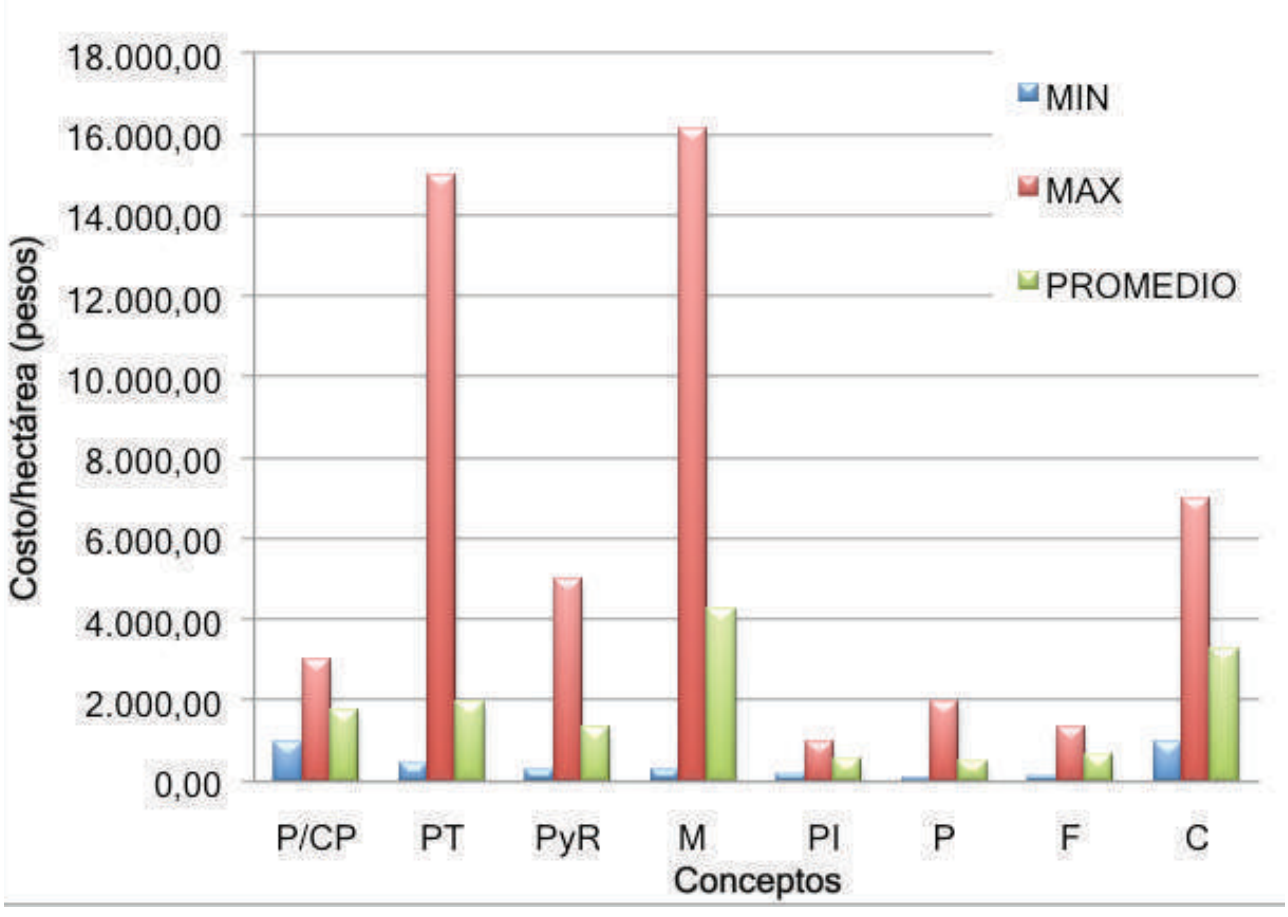


Figura 100. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las empresas medianas. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Empresa Grande

Estas empresas con superficies plantadas mayores a 800 hectáreas, se cuenta con información referente a 6 casos ubicados en los siguientes estados del país (Figura 101):

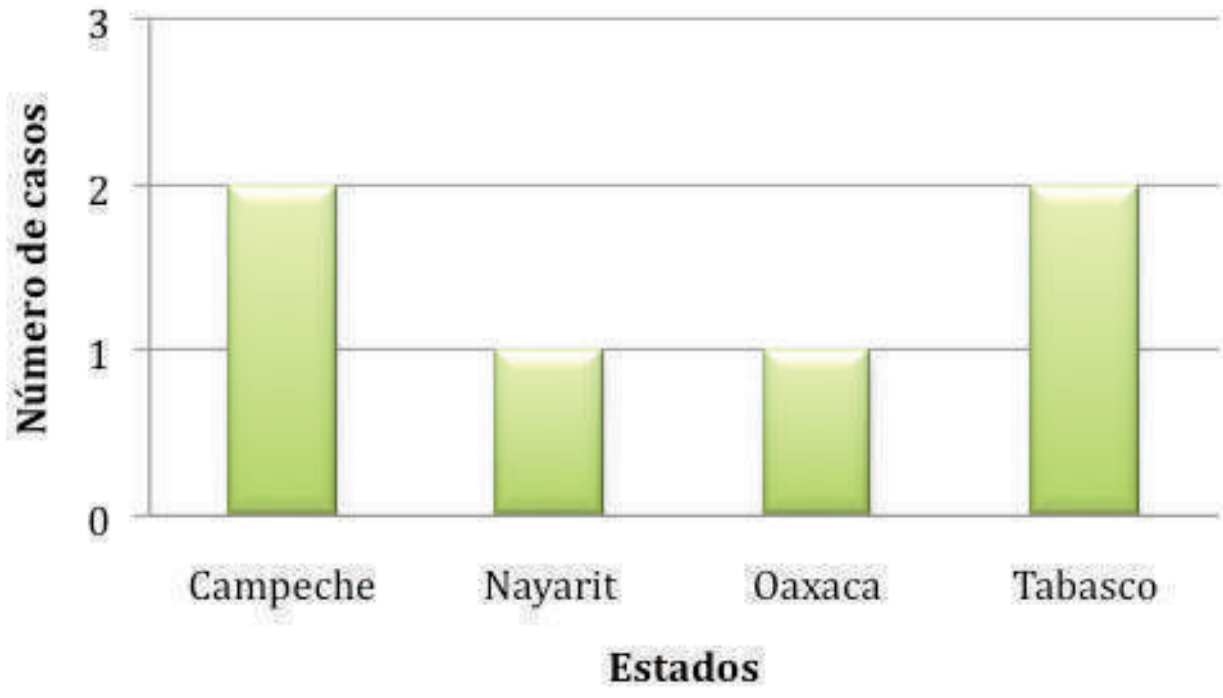


Figura 101. Número de casos evaluados en la categoría "Empresa grande" por estado. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

El Cuadro 63 muestra información de los rubros incluidos en el mismo:

Cuadro 63. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las grandes empresas.

Indicadores	P/CP	PT	PyR	M	PI	P	F	C
MIN	1,200.00	800.00	300.00	600.00	20.00	50.00	1,100.00	30.00
MAX	2,200.00	5,000.00	4,000.00	4,450.00	1,000.00	107.00	3,000.00	875.00
PROMEDIO	1,725.00	2,287.50	1,557.50	1,500.00	523.25	78.50	2,055.00	406.25

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

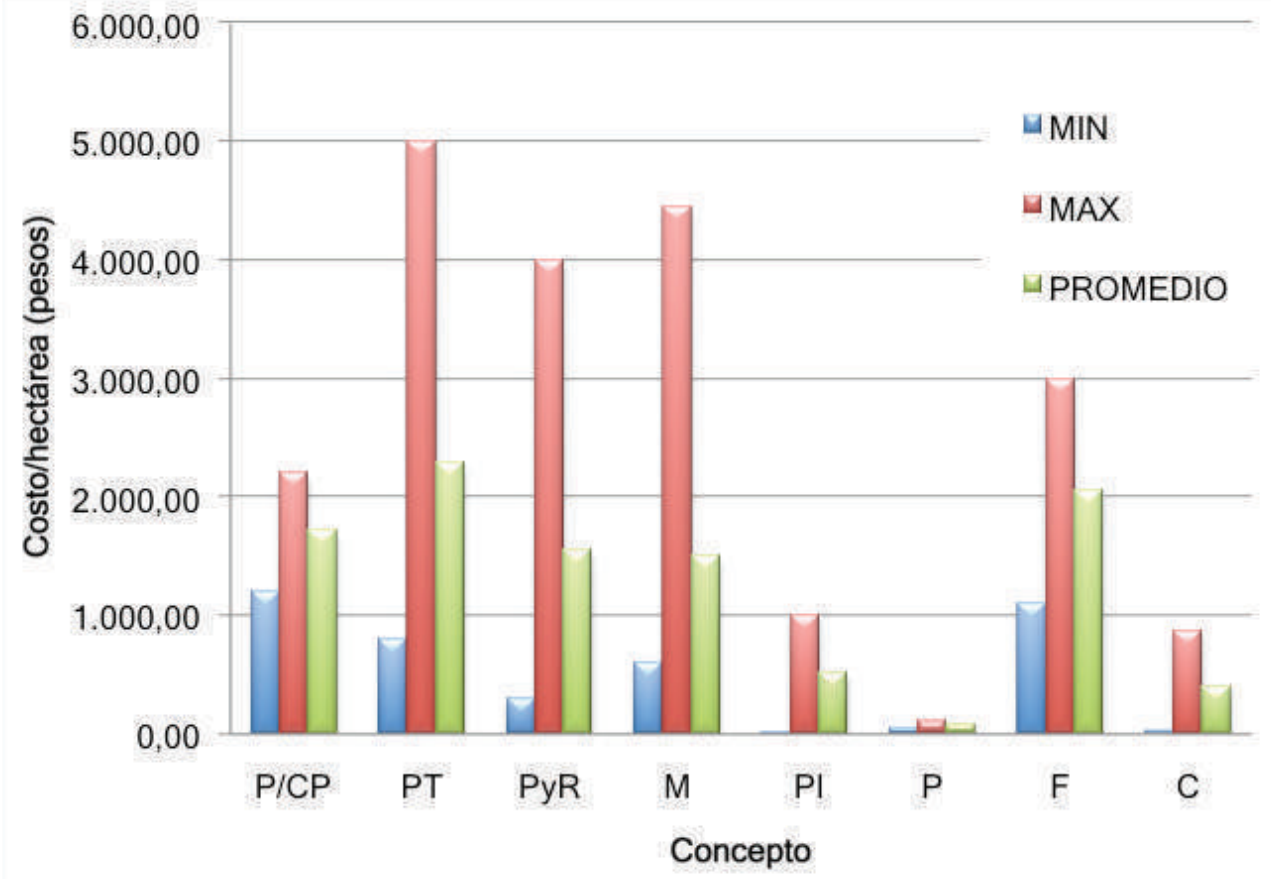


Figura 102. Costos mínimos, máximos y promedio en los diferentes conceptos para las grandes empresas. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Análisis comparativo entre las diferentes categorías de Tamaño de Empresa

Para este apartado se decidió trabajar con los costos promedio por hectárea para cada categoría de tamaño de empresa: Micro, Pequeña, Mediana y Grande (descrita anteriormente y de manera separada).

A continuación se presenta la información recabada y procesada tomando en cuenta los conceptos que se han manejado a lo largo del escrito y recordando que para la categoría de "Microempresa" no se cuentan con datos de Protección a otros agentes (P) (Cuadro 64 y Figura 102).

Cuadro 64. Costos promedio por hectárea por tamaño de empresa y concepto.

Categoría	P/CP	PT	PyR	M	PI	P	F	C
Micro	2,729.69	1,994.44	2,107.22	1,844.69	2,000.00	0.00	1,175.00	1,920.00
Pequeña	1,654.84	766.67	1,488.28	8,298.33	292.31	180.00	379.29	3,950.00
Mediana	1,780.09	1,964.17	1,325.68	4,271.00	558.24	523.50	668.83	3,298.13
Grande	1,725.00	2,287.50	1,557.50	1,500.00	523.25	78.50	2,055.00	406.25

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

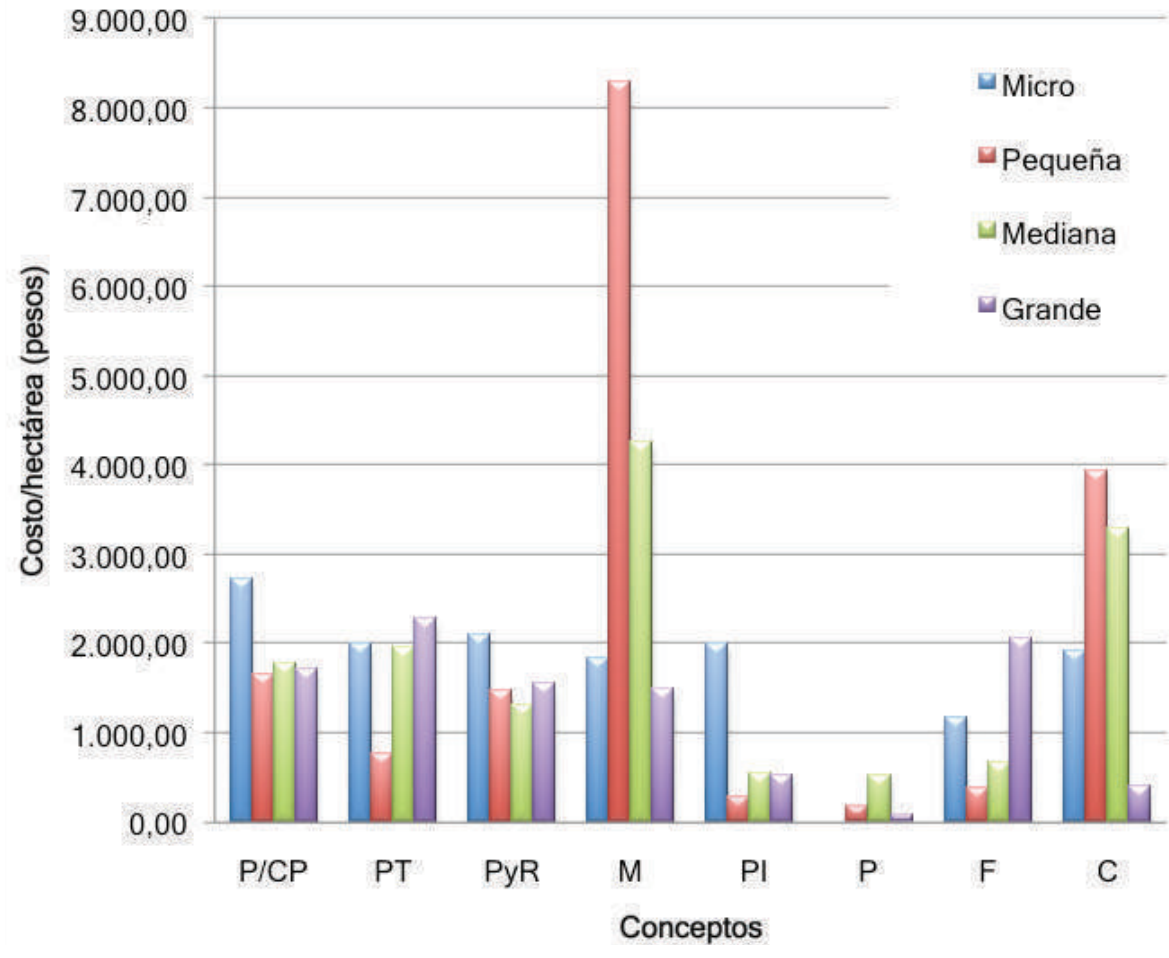


Figura 103. Comparación entre los costos promedio por hectárea por tamaño de empresa y concepto. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

A continuación se realiza un análisis comparativo por cada uno de los conceptos con los que se cuenta con información para las cuatro categorías de tamaño de proyecto.

En el caso de la Producción/compra de planta (P/CP) se observa una relación muy cercana entre las categorías Grande, Mediana y Pequeña con valores cercanos a los $1,500.00/ha; siendo diferente la situación en el caso de las microempresas (Figura 104).

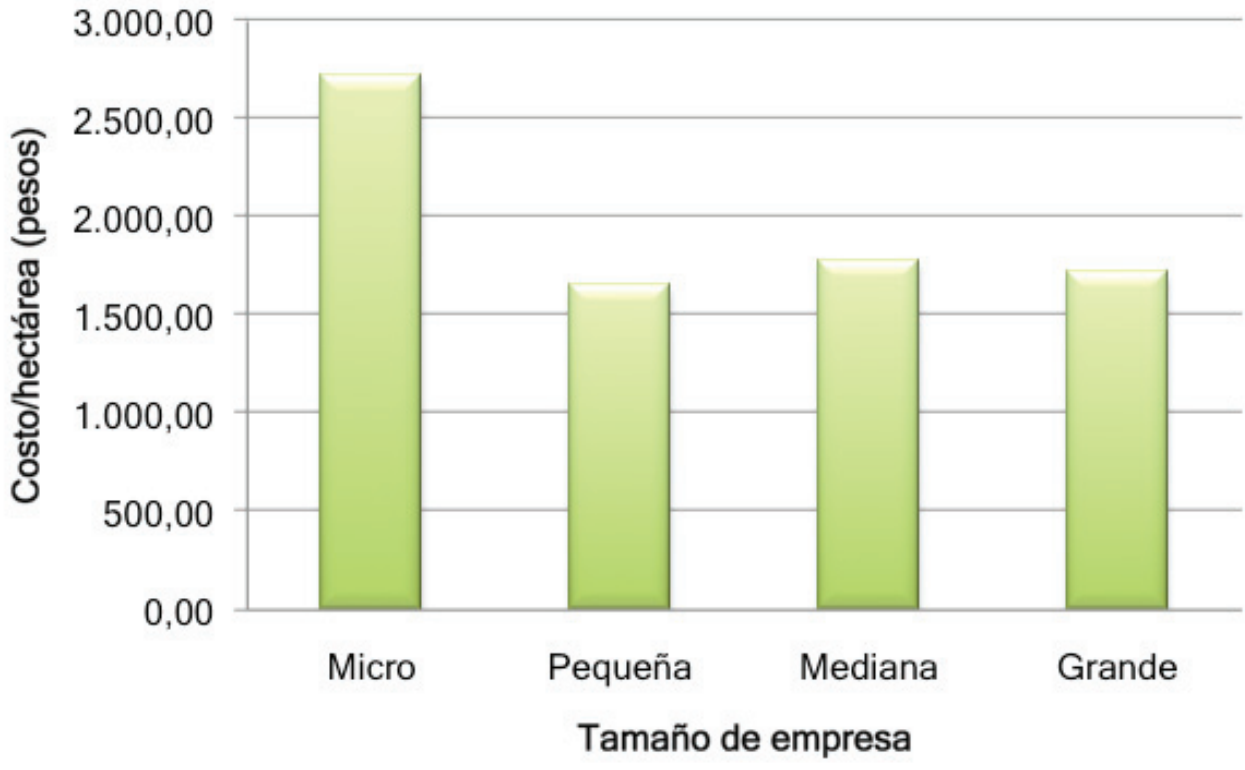


Figura 104. Costos en el concepto Producción/compra de planta (P/CP) para los diferentes tamaños de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

La eficiencia en la actividad está relacionada con el hecho de poder contar con proveedores eficientes del insumo en la región de establecimiento de las PFC (planta) o bien, en el esquema de producción, considerar un vivero forestal en el cual obtener los brinzales en el menor tiempo posible (situación factible y observada en los proyectos de mediano y gran tamaño).

En relación a la preparación del terreno (PT) se observó lo siguiente: las empresas de tamaño grande, mediano y pequeño manejan costos de $2,287.50, $1,964.17 y $1,994.44 por hectárea respectivamente, mientras que los proyectos pequeños un costo de $766.67/ha. Al menos en los dos primeros caso mencionados (grande y mediana empresa) el resultado es comprensible dada la utilización de maquinaria para la realización de la actividad (Figura 105).

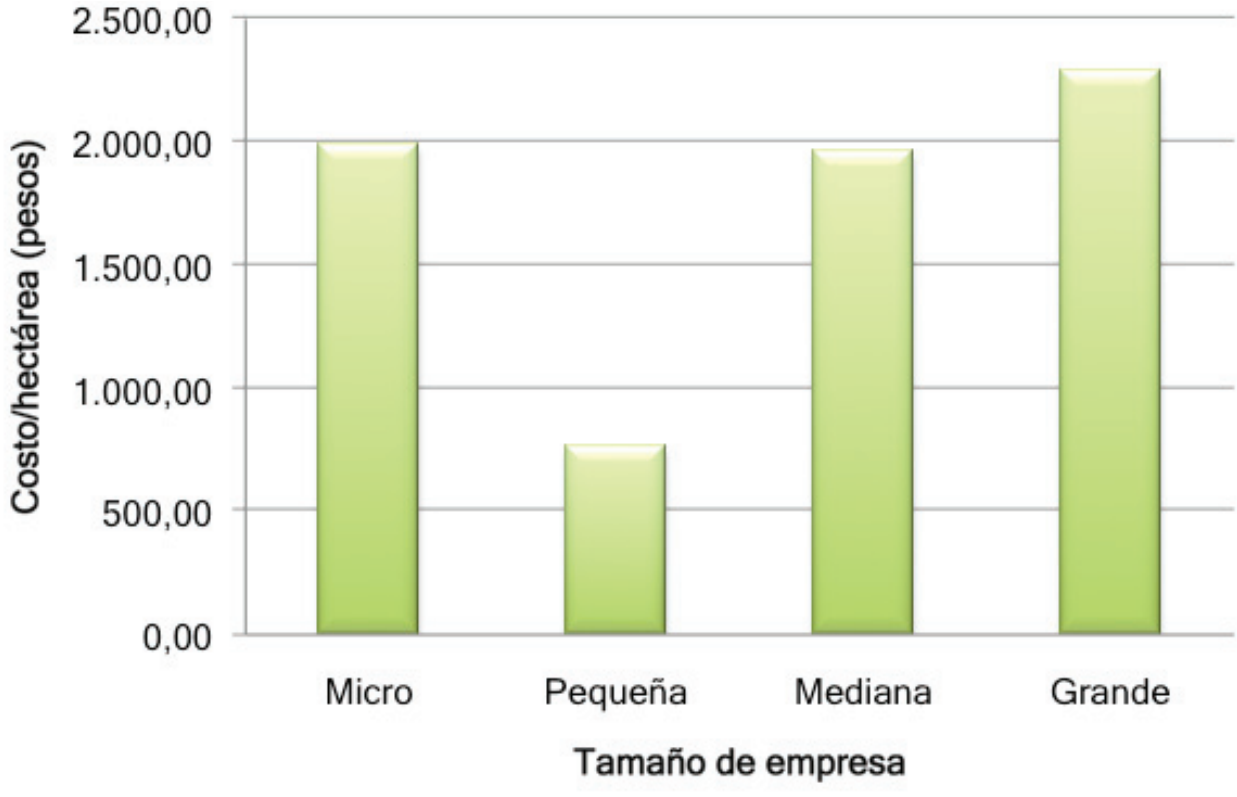
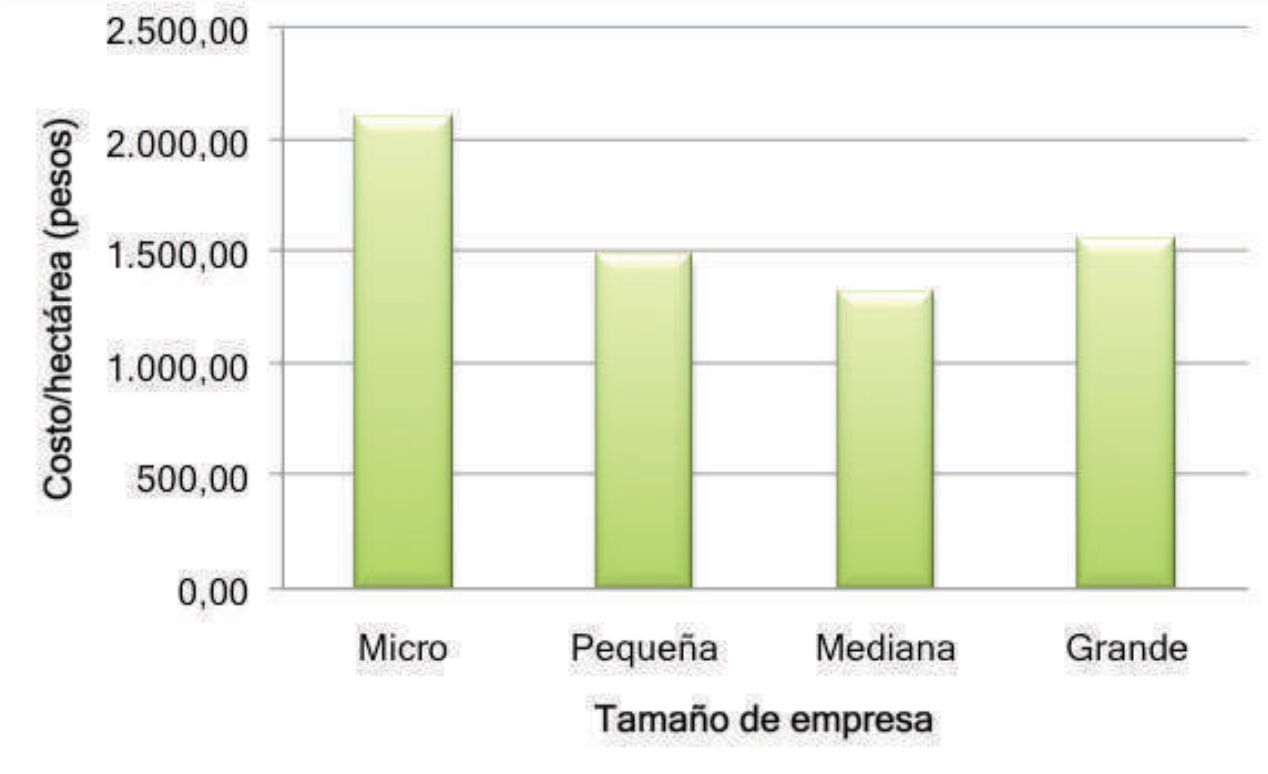


Figura 105. Comparación de costos en el concepto Preparación del terreno (PT) para los diferentes tamaños de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

En el caso de los micro y pequeños proyectos no se tiene conocimiento de la utilización de insumos especializados o mecanización de actividades por lo que el aumento en el caso de la primera categoría tendría relación con la escala de las plantaciones (siendo comparativamente más caro) o bien la poca atención respecto a los entrevistados con lo concerniente a los costos de la actividad.

En el rubro de Plantación y replante (PyR) se observa cierta homogeneidad entre los costos para empresas pequeñas, medianas y grandes con un costo por hectárea de aproximadamente $1,500.00 mientras que en el caso de los microproyectos el costo asciende a poco más de $2,000.00/ha (Figura 106).



Cuadro 106. Comparación de los costos/ha para el concepto plantación y replante (PyR) para los diferentes tamaños de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

La situación podría explicarse con el hecho de considerar que para los proyectos de PFC se manejan densidades de plantación parecidas (en función al objetivo y la especie) pudiendo hallarse la diferencia en el porcentaje de sobrevivencia en campo; considerándose menor en los proyectos pequeños por fallas en la plantación o material (brinzales) de menor calidad por lo que el replante se hace necesario en gran medida aumentando los costos para la actividad.

Las fallas que pueden presentarse en la plantación (haciendo necesario la reposición de planta) tienen que ver con cuestiones relativas al manejo de la planta que se lleva a campo y a la calidad de la misma lo cual se puede definir en concreto como desconocimiento de la actividad en parte del proceso de trabajo.

Respecto a las labores de mantenimiento (M), se observa como las cifras se disparan en las empresas pequeñas y medianas con valores de $8,298.33 y $4,271.00 por hectárea respectivamente, siendo diferente con los micro y grandes proyectos (con valores de $1,844.69 y $1,500.00 por hectárea en el mismo orden) (Figura 107).

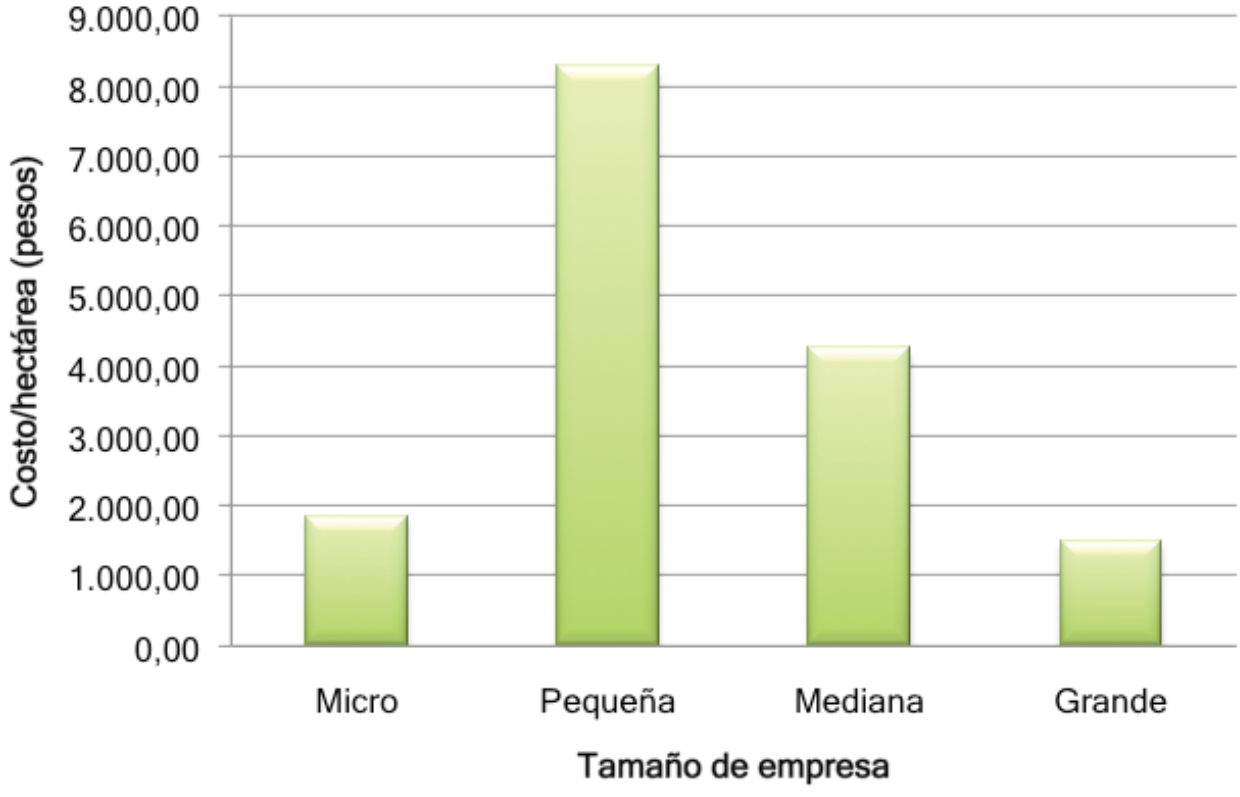


Figura 107. Valores de la actividad Labores de mantenimiento (M) para los proyectos de PFC clasificados por tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas

Esta situación (empresas pequeñas) podría explicarse con un análisis más detallado de la situación de cada categoría de plantador, dado que sería importante definir cuales considera como actividades de mantenimiento y observar si no existe cierto desconocimiento ante la situación o bien no se tiene un control real de los egresos por este rubro en la plantación. En el caso de los proyectos medianos o grandes se considera que se tiene el control referido y conocimiento de la actividad; la diferencia se encontraría en el uso de paquetes tecnológicos eficientes (en el control de plagas y enfermedades, en el combate a malezas, por ejemplo).

Para la Protección de la plantación contra incendios (PI) se tiene la siguiente situación: el tamaño de empresa con los costos más elevados fue la micro con un costo por hectárea del orden de $2,000.00; separado por mucho de los demás casos (Figura 108).

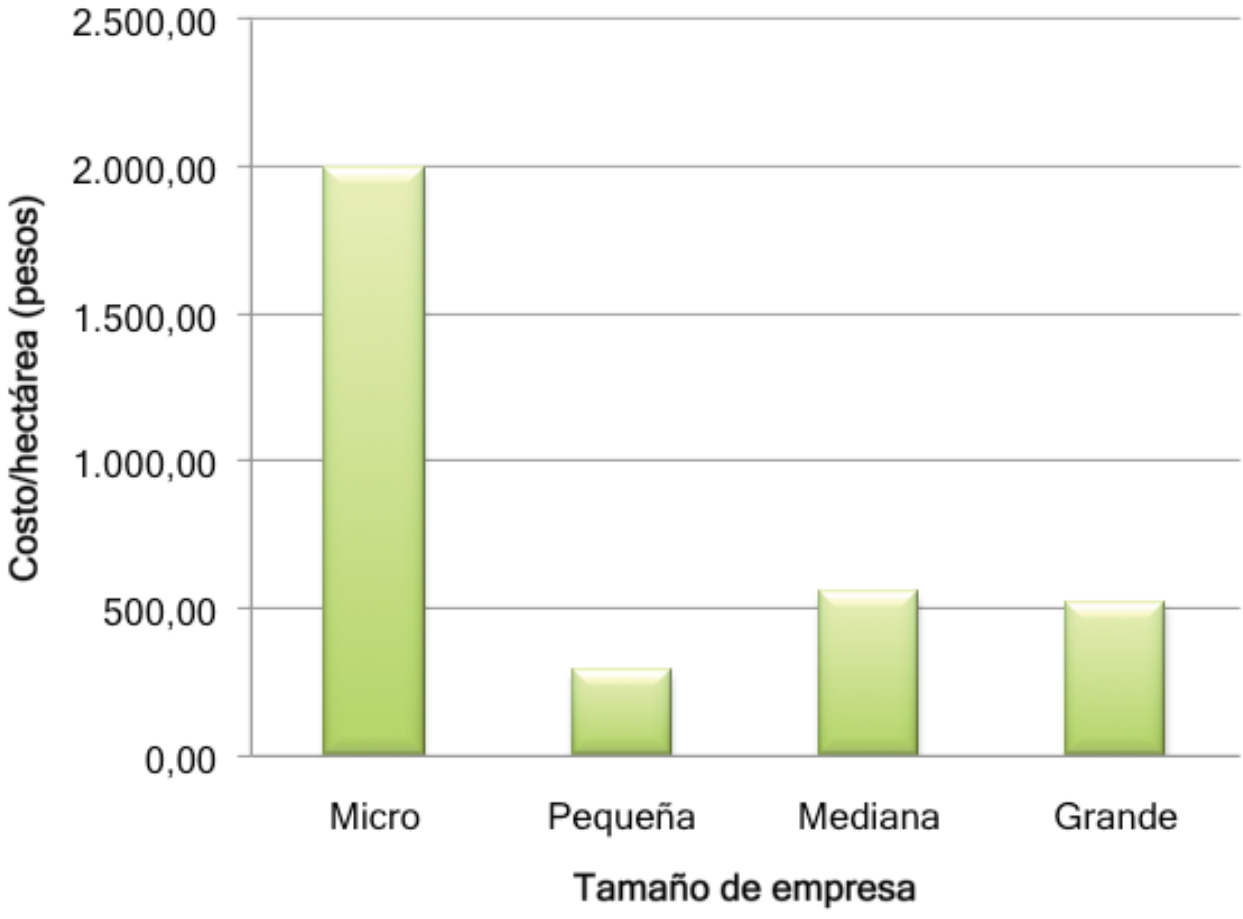


Figura 108. Costos por hectárea en el rubro Protección de la plantación contra incendios (PI) por tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Lo anterior puede explicarse debido a dos razones: (a) utilización de herramientas manuales para la apertura de brechas corta fuego (principal acción de protección contra siniestros); y (b) desconocimiento de los costos que esta actividad implica dejando entrever información sobreestimada.

En el caso de proyectos grandes y medianos, los costos serian acordes a la utilización de maquinaria (que en grandes extensiones reduciría en mucho los costos) y en la utilización de otras estructuras para la vigilancia (por ejemplo las torres de observación y monitoreo) cuyo costo e implementación se justifica por el tamaño de los proyectos.

En relación a la protección de la plantación a otros agentes (P) y considerando el hecho de que en la categoría de microempresas no se tienen datos reportados, se observa que el valor promedio más alto para la actividad se encuentra en los proyectos de la categoría "Empresa mediana" con poco más de $500.00/ha (Figura 109).

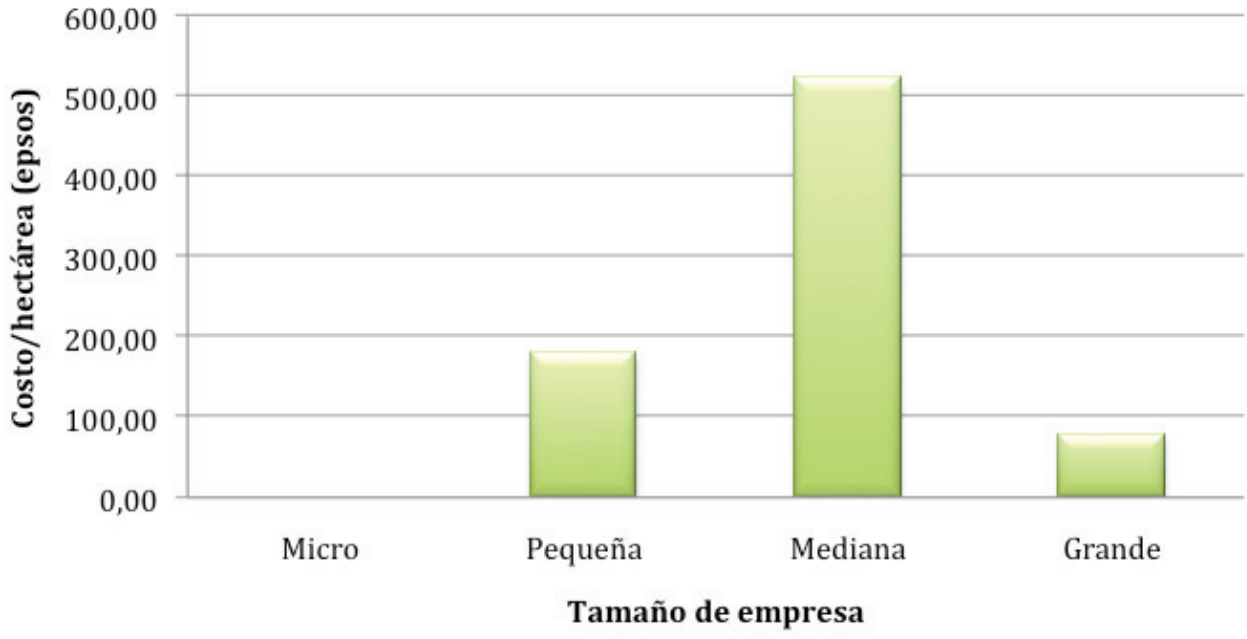


Figura 109. Costos por hectárea en el rubro Protección de la plantación a otros agentes (P) por tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Como en casos anteriores, la cuestión radicaría en conocer exactamente qué es lo que los plantadores consideran como actividades de protección a otros agentes; recomendando lo anterior por regiones o estados dado que la situación en cada área será distinta (la necesidad de vigilancia de instalaciones está en función del tamaño y equipamiento de los proyectos, además existen zonas relativamente más seguras unas de otras).

Respecto a la Fertilización o pesticidas (F) se observó que los proyectos de más de 800 ha utilizan esquemas de trabajo más intensivos en lo que respecta al uso de fertilizantes y pesticidas con un costo por hectárea de poco más de $2,000.00 (Figura 110).

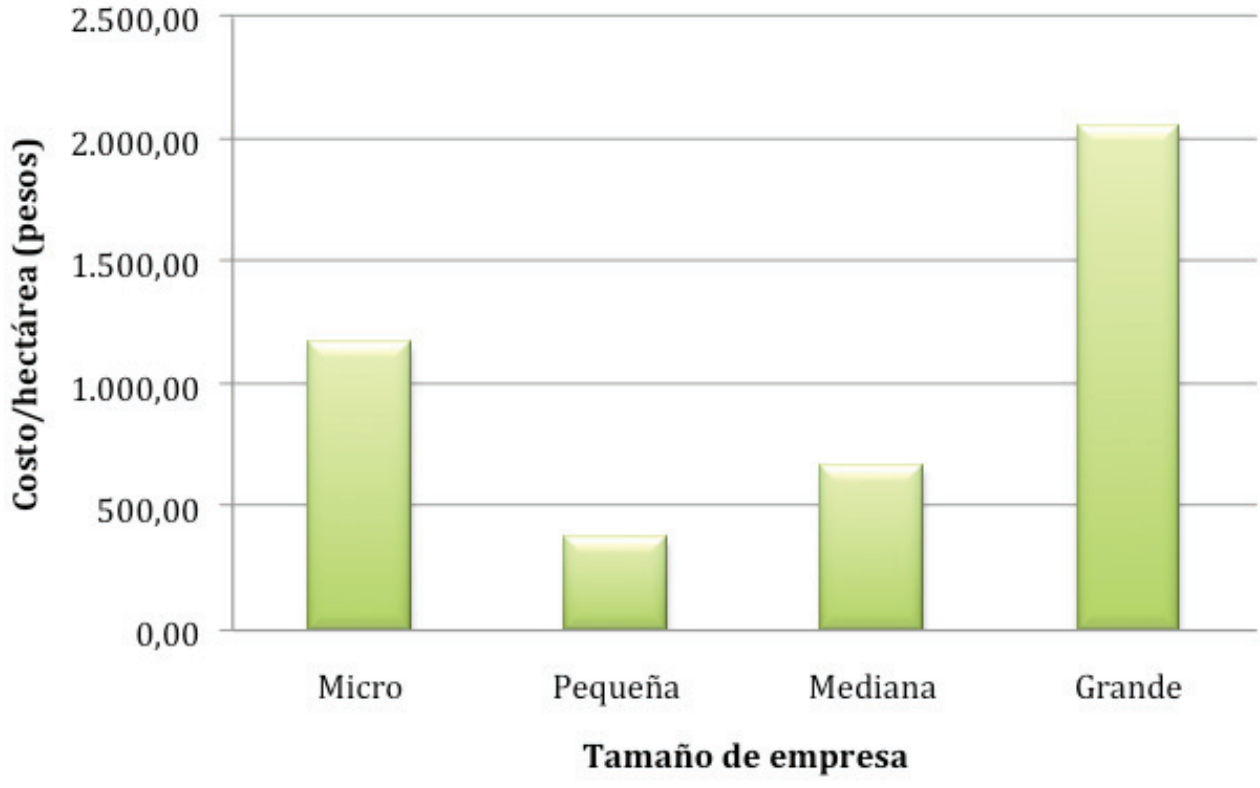


Figura 110. Costos por hectárea en el rubro Fertilización o pesticidas (F) por tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

El costo elevado de la actividad en las grandes empresas, en relación a las demás categorías, obedece principalmente a que les permite disminuir costos en actividades de mantenimiento y protección de la plantación (observados en los rubros correspondientes) así como la eficientización del proceso productivo en general; aunque sería importante y necesario evaluar el impacto al medio ambiente y a la salud humana de estas actividades.

Es importante hacer notar que en los microproyectos se tiene un costo relativamente elevado (si se toma en cuenta la superficie; siendo estas menores o iguales a 25 hectáreas). Lo anterior podría explicarse gracias a un desconocimiento de la actividad y por ende la aplicación de dosis, tanto de fertilizantes como pesticidas, mayores a las recomendadas.

Para el caso del Cercado (C) se tiene un costo para las microempresas de $1,920.00/ha; para las pequeñas de $3,950.00/ha; las medianas de $3,298.13/ha y por último las grandes empresas de con un costo de $406.25/ha.

Los datos anteriores generan cierta inquietud respecto a la claridad del manejo de los datos por parte de los plantadores (costos de materiales, eficiencia en el desempeño de la actividad) o bien esta en relación al tamaño de las plantaciones dado que en extensiones considerables los costos de la actividad se dividen entre el número de hectáreas dando costos bajos (como el observado en el caso de la categoría de grandes empresas) (Figura 111)

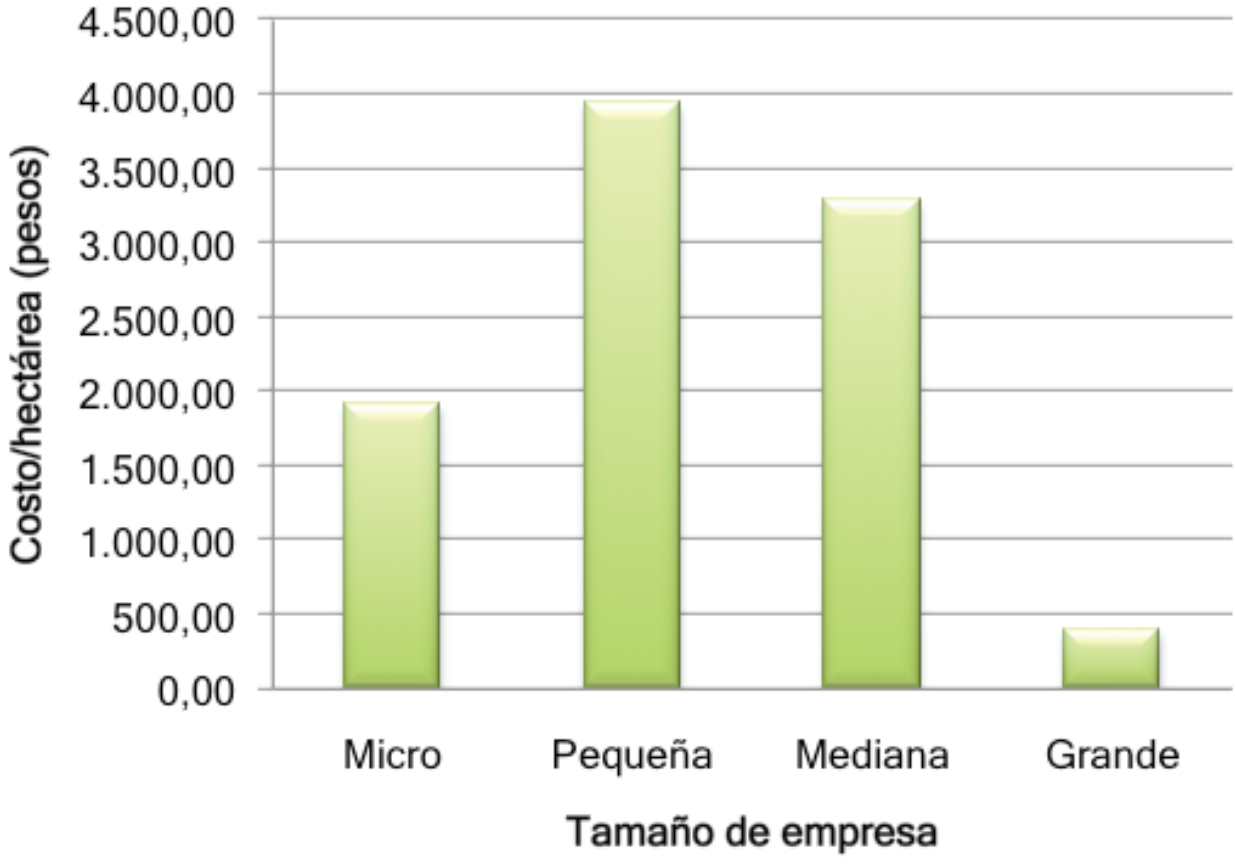


Figura 111. Costos por hectárea en el rubro denominado Cercado (C) para las diferentes categorías de tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Como una síntesis de este análisis comparativo por rubro se presenta en el Cuadro 65 y Figura 112 el total promedio de los costos por hectárea para cada categoría de empresa clasificada por tamaño

Cuadro 65. Costos totales promedio por hectárea para los diferentes tamaños de empresa

Tamaño de empresa	Total
Micro	13,771.04
Pequeña	17,009.72
Mediana	14,389.63
Grande	10,133.00

Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

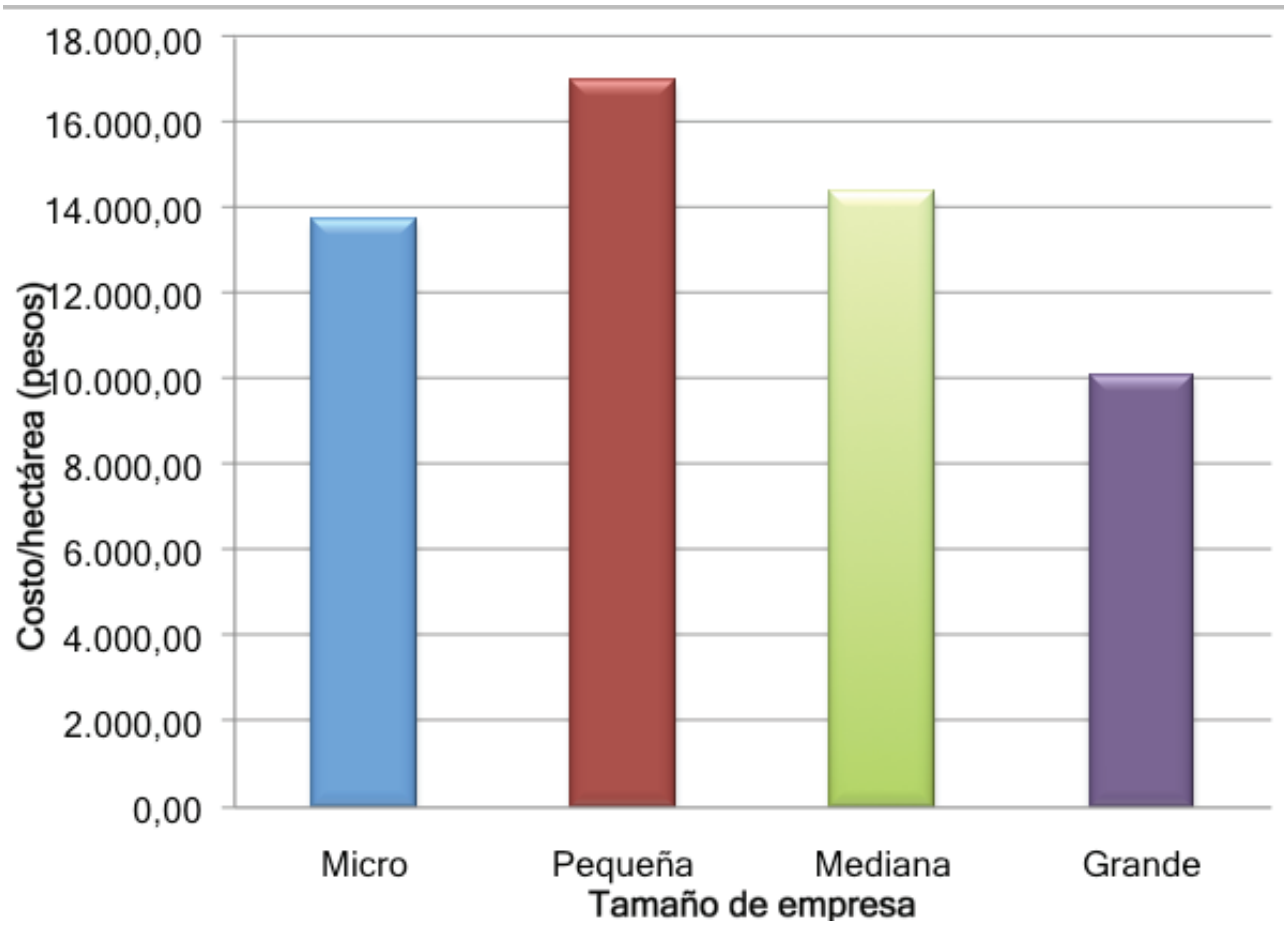


Figura 112. Costos totales promedio por hectárea para los diferentes tamaños de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Los costos por hectárea en el caso de los proyectos considerados en la categoría de grandes empresas tienen valores sensiblemente menores (del orden de los $10,000.00/ha) por la fuerte inversión que realizan en rubros como la preparación del terreno y el manejo de fertilizantes y pesticidas. Si bien el bajo costo por hectárea denota y garantiza una mayor rentabilidad es factible seguir con los trabajos en este segmento para mejorar aún más el proceso.

En el caso de las empresa medianas, el uso de paquetes tecnológicos similares a las grandes empresas les resulta beneficioso operativamente hablando; aunque financieramente sea menos rentable por el efecto de escala de empresas teniendo costos de aproximadamente $14,000.00/ha. Al igual que el caso anterior, es conveniente la evaluación continua del proceso de producción para detectar los "cuellos de botella" en el mismo y sugerir alternativas para mejorar operativamente el proceso sin incurrir en costos elevados.

Para las pequeñas y microempresas la premisa es parecida (continuar con los trabajos de evaluación y caracterización) aunque el enfoque sería distinto dado que se trata de plantadores con recursos económicos y organizativos limitados. En este sentido conviene el estudio, organización y definición de un proceso productivo;

el manejo de la plantación adecuado y consistente y por consiguiente una estructura de costos acorde a la región y especie plantada que sirva de modelo para los plantadores en dicha área.

Para llevar a cabo lo anterior se hace necesario la presencia de un esquema de apoyos por parte del gobierno federal en el cual se brinden las facilidades tanto económicas como técnicas para el acceso y promoción de las actividades forestales relacionadas a las PFC al mayor número de inversionistas (pequeños y grandes) interesados en ingresar en el medio; de ahí la importancia del PRODEPLAN y la necesidad de las adecuaciones continuas y permanentes del programa con el fin de crear un traje a la medida para las diferentes categorías de empresarios forestales: Micro, pequeños, medianos y grandes.

4.4.5. PRECIOS DE VENTA POR ESPECIE Y PRODUCTO, POR REGIÓN GEOGRÁFICA.

La información que contiene este apartado sobre precios de venta de los productos se obtuvieron de los Anuarios Estadísticos de la Producción Forestal de diferentes años (1997-2004). Dichos anuarios son elaborados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, dependiente de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, con el propósito de brindar información básica de las actividades productivas del Sector Forestal, especialmente de los principales productos maderables.

De acuerdo con la información presentada en el Anuario Estadístico 2004, la recopilación e integración de la información es responsabilidad de las Delegaciones Federales de la SEMARNAT y analizada en las Oficinas Centrales de la Secretaría para asegurar la congruencia y validez de los datos reportados.

En los Anuarios se presenta el volumen, valor y precio medio de los siguientes grupos de especies: Pino, oyamel, otras coníferas, encino, otras latifoliadas, preciosas y comunes tropicales; así como de los siguiente productos forestales: escuadría, celulosa, chapa y triplay, leña, carbón, durmientes, y postes, pilotes y morillos.

Cabe mencionar que, en todos los casos, los datos para los precios son proporcionados por los productores, industriales y comercializadores de los distintos productos forestales en el país.

Precios de venta por especie y producto

Para comparar los precios entre especies, se eligió el producto "escuadría", por ser uno de los productos que tienen precios promedio nacionales para todas las especies. De acuerdo con el glosario del Anuario 2004, escuadría se define como "madera rolliza destinada a la producción de tablas y tablones, vigas, material de empaque y cuadrados para herramienta, principalmente"

La Figura 113 muestra el precio/m3 de madera para escuadría por especies para el 2004. Se consideró como base de análisis el año 2004, por ser el año más reciente del cual se publicó un Anuario Estadístico de Producción Forestal. Con excepción de las maderas preciosas, se tiene un precio promedio de $971/m3 para todas las otras especies. El precio más alto lo tienen las especies de maderas preciosas , cuyo valor es más del doble (124%) que aquellos de madera de especies corrientes más caras (pinos).

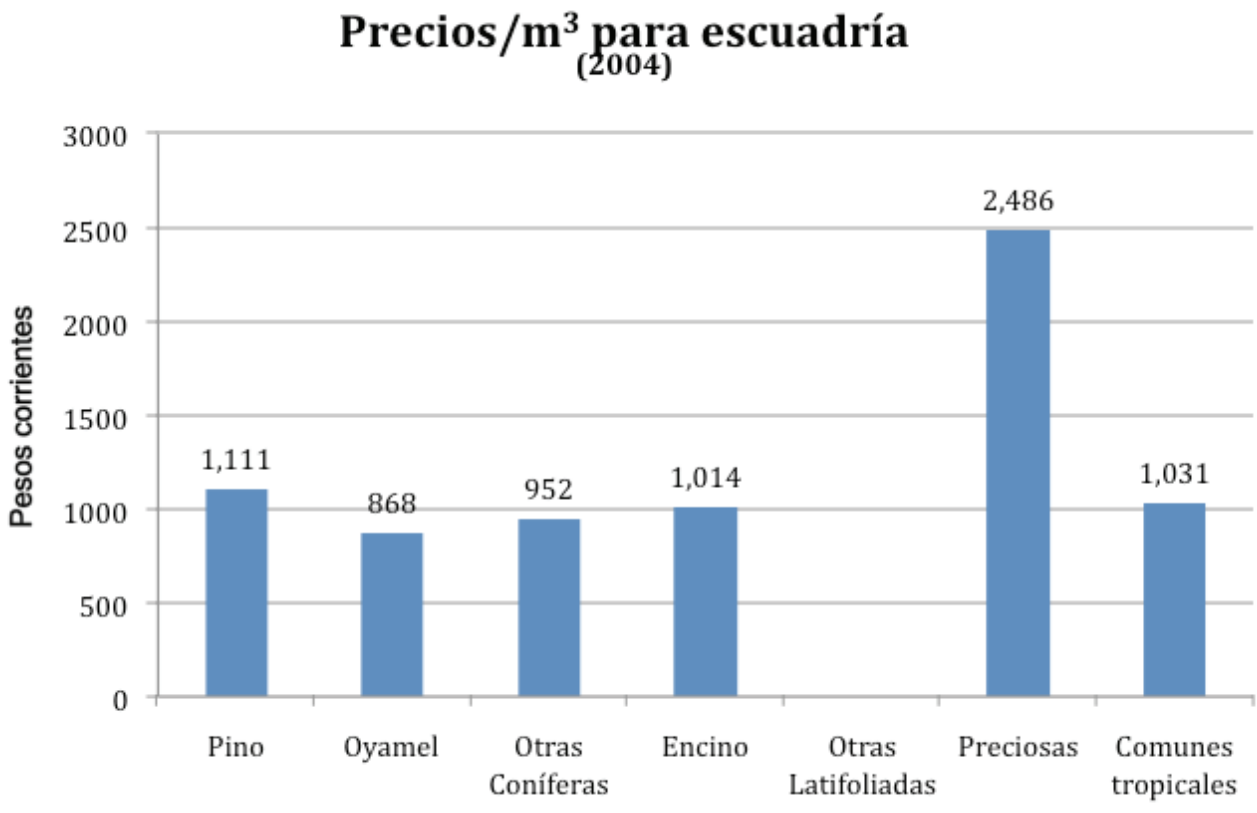
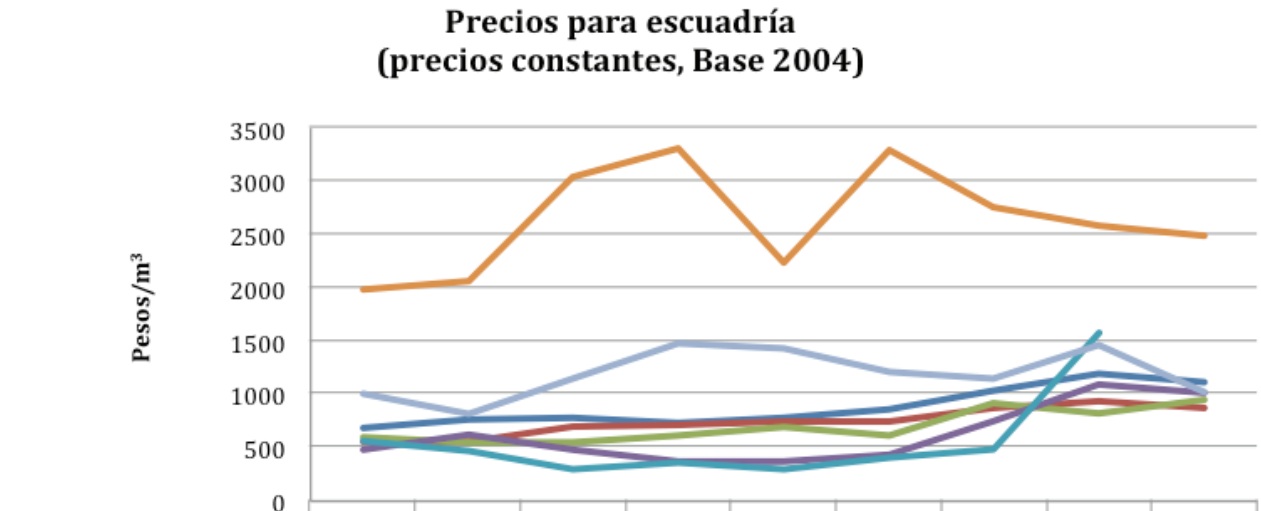


Figura 113. Precios promedios de madera por m3 para diferentes especies. Fuente: Elaboración propia con datos del Anuarios Estadísticos de la Producción Forestal (2004).

Por otro lado, se observa (Figura 114) que los precios para todas las especies tienen un comportamiento similar, excepto el de las especies para madera preciosa, el cual tuvo una baja significativa en el precio para el año 2000. Cabe mencionar que para el año 2003, el Anuario presenta un error, pues en lugar de presentar el promedio nacional para madera preciosa, presenta la sumatoria, lo cual produce un precio muy alto; este estudio consideró el promedio de los datos reportados para dicho año. También llama la atención que de 2003 a 2004 se comienza a notar una tendencia negativa de los precios de todas las especies para maderas preciosas, esta tendencia inició en 2002, después de los picos descendente y ascendente que se presentan en 2000 y 2001, consecutivamente.

Se aplica a la caoba (Switenia macrophilla) y al cedro rojo (Cedrella odorata y Cedrella mexicana), especies que por sus propiedades y características estéticas son de alta estimación y tienen un alto valor comercial



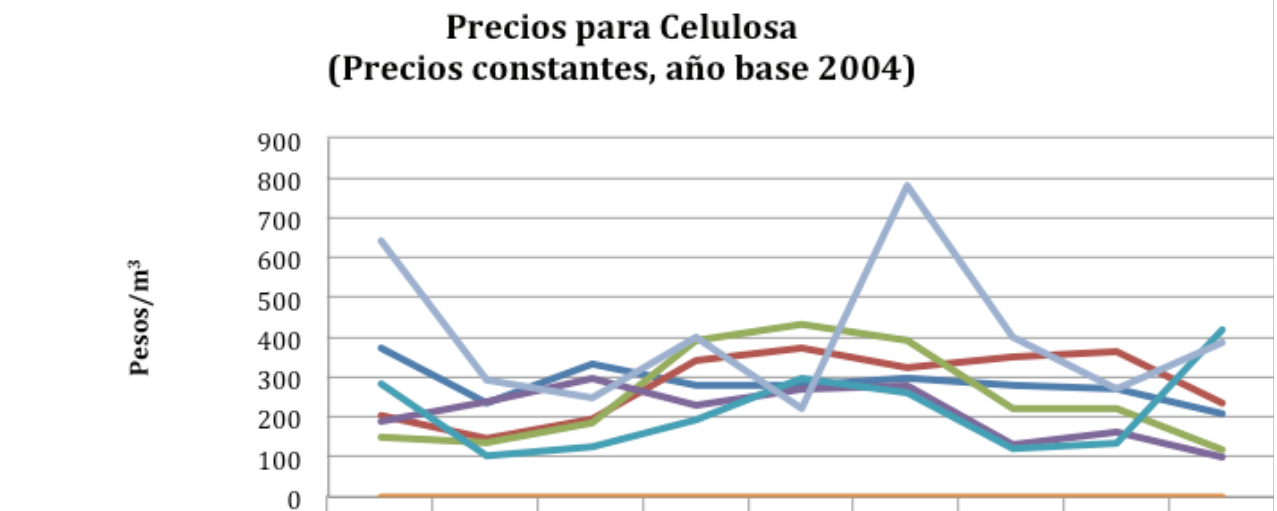
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
PINO	687	769	788	746	783	870	1039	1196	1111
OYAMEL	579	557	705	721	747	749	882	938	868
OTRAS CONÍFERAS	598	557	552	626	696	621	920	828	952
ENCINO	479	619	484	396	373	437	748	1095	1014
OTRAS LATIFOLIADAS	562	462	299	355	329	395	478	1580	
PRECIOSAS	1987	2073	3046	3311	2249	3291	2760	2581	2486
COMUNES TROPICALES	1015	819	1155	1481	1437	1210	1146	1459	1031

Figura 114. Precios de madera para escuadría de 1997-2004 (precios indexados a 2004). Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Forestal (1997-2004), y el Banco de México (1997-2004).

Los precios de escuadría y los de celulosa presentan un comportamiento muy variado año, con año (Figura 114), lo cual dificulta hacer un análisis de tendencia de los precios. De acuerdo con los datos del Anuario Forestal 2004, el déficit en la balanza comercial de productos forestales se incrementó en un 76% de 2002 a 2003 y un 21% de 2003 a 2004; sin embargo, los precios de 2002 a 2003 no muestran un descenso para ninguno de los productos e incluso para escuadría se presenta un incremento en los precios para la mayoría de las especies. Sin embargo, para el año 2004 si se presenta un descenso en ambos productos, para casi todas las especies (Figuras 115).

Precios de venta por región:

Para la regionalización del país se consideró la cantidad de superficie de plantaciones forestales comerciales por estado. De esta manera, se definieron cinco regiones: La primera está conformada por cinco estados: Campeche, Chiapas, Puebla, Tabasco y Veracruz (>5,000 ha);



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
PINO	375	236	334	281	282	299	282	272	210
OYAMEL	205	147	197	343	375	327	353	365	233
OTRAS CONÍFERAS	153	136	185	396	434	395	221	225	119
ENCINO	189	238	298	230	271	280	130	163	101
OTRAS LATIFOLIADAS	286	104	128	195	300	266	125	136	421
PRECIOSAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMUNES TROPICALES	646	293	246	400	223	783	403	271	388

Figura 115. Precios de madera de diferentes especies para celulósicos durante 2004 (Precios indexados a 2004). Fuente: Elaboración propia con datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción

Forestal (1997-2004), y el Banco de México (1997-2004).

La región dos se conforma con Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Tamaulipas (2,000-5,000 ha); la tres integra a los Estado de México, Guanajuato, Nayarit y Quintana Roo (1,000-2,000 ha); la región cuatro se conforma por los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Colima, D.F., Durango, Hidalgo, Querétaro, Sinaloa, SLP, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas (20-1,000 ha) y, finalmente, la región cinco que no tiene plantaciones comerciales, se conforma por los estados de Baja California Sur, Morelos, Nuevo León y Sonora.

Las regiones dos y cuatro son las que presentan los mayores precios para escuadría en las especies de pino, oyamel y otras coníferas (Figuras 116 y 117). Es probable que esto sea porque la región dos tiene un importante centro de población (Jalisco) y la región cuatro, posee el centro de población más importante del país (D.F.). El resto de las regiones reflejan precios similares.

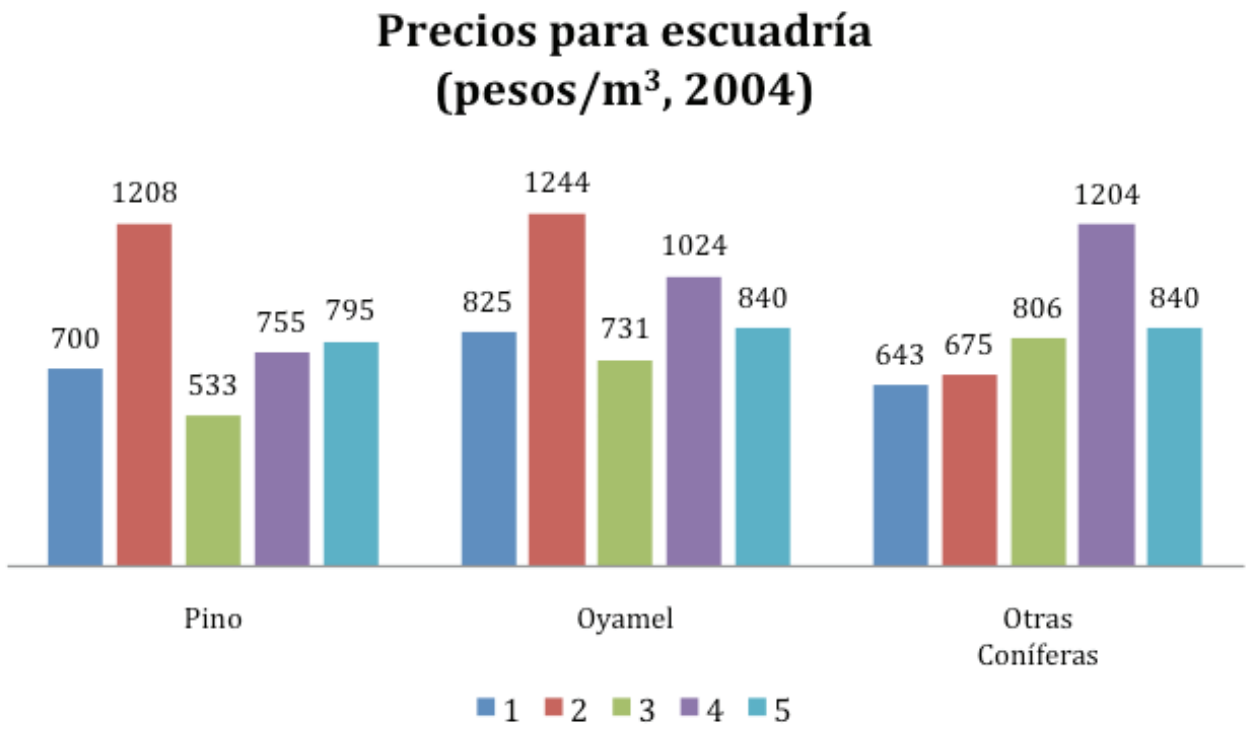


Figura 116. Precios de madera para escuadría de especies de pino, oyamel y otras coníferas.
Fuente: Elaboración propia con datos del Anuarios Estadísticos de la Producción Forestal (2004).

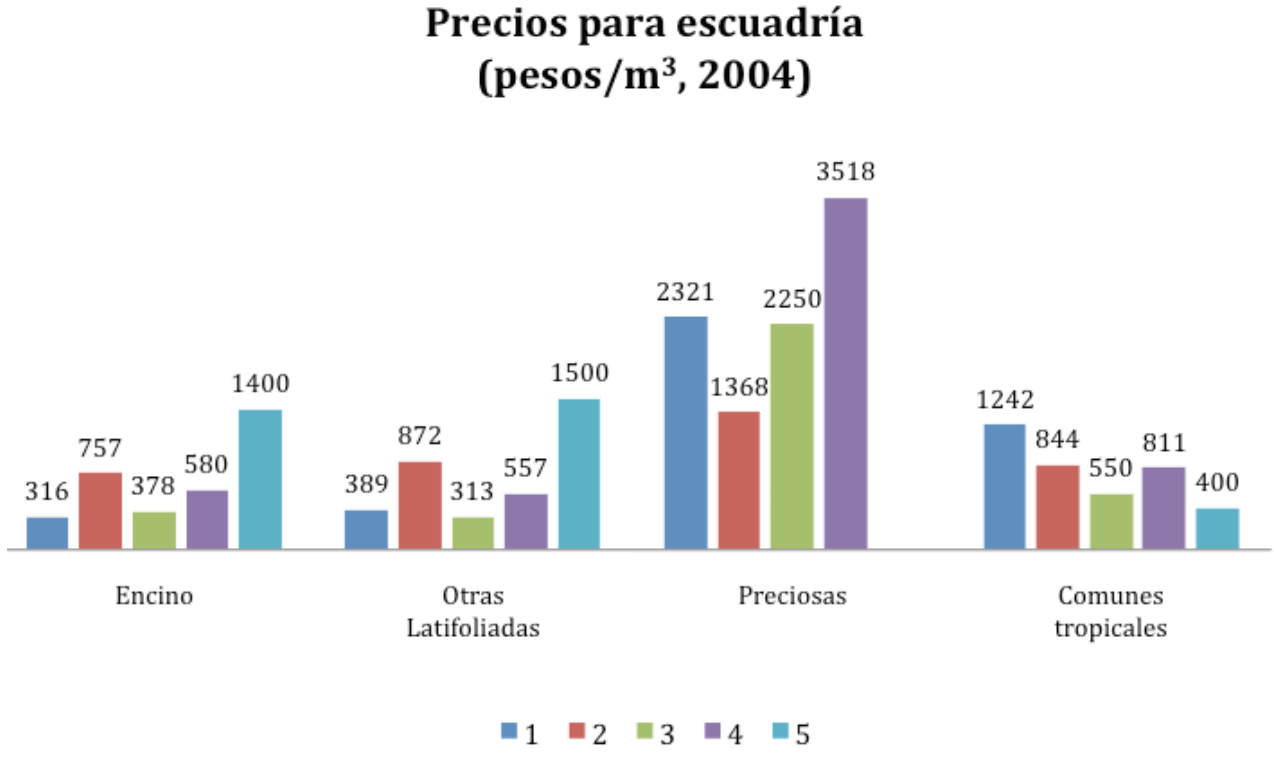


Figura 117. Precios de madera para escuadría de especies de encino, otras latifoliadas, maderas preciosas y comunes tropicales (Precios indexados a 2004).

La tesis expuesta con anterioridad no se puede aplicar de la misma forma para todas las especies, tales como encino, otras latifoliadas y comunes tropicales, ya que las especies preciosas tienen un precio más alto en la región cuatro, donde se encuentra en D.F. Llama la atención que el encino y otras latifoliadas tengan un precio de casi el doble en la región cinco, respecto al siguiente precio más alto registrado (en la región 2).

Precios para las PFC

De acuerdo a datos de PRODEPLAN, para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, se otorgaron apoyos con sujeción a las categorías y subcategorías productivas. Hablando tan solo del primer nivel, se tiene que la categoría de materias primas y productos forestales maderables representa un 79% de la superficie total maderable, y la categoría de materias primas celulósicas representa el 21% restante.

La encuesta, por su parte, reporta que más del 90% de la superficie plantada dentro de la muestra, tiene como propósito el uso industrial de aserrío (48%) y el uso industrial para celulosa (43%); el 8% de la superficie está destinada a otros usos, tal como el energético, el ornamental y/o el uso artesanal. Cabe mencionar que aún cuando, por superficie, el propósito de la plantación dedicada a aserrío y celulosa son muy parecidas, sólo 4 plantadores (8.8% de los entrevistados) dedican su plantación para producir leña para celulosa, dentro de los cuáles se encuentra Forestaciones Operativas de México S.A de C. V. (FOMEX), quien reporta 9,000 ha dedicadas a este aspecto (celulósicos).

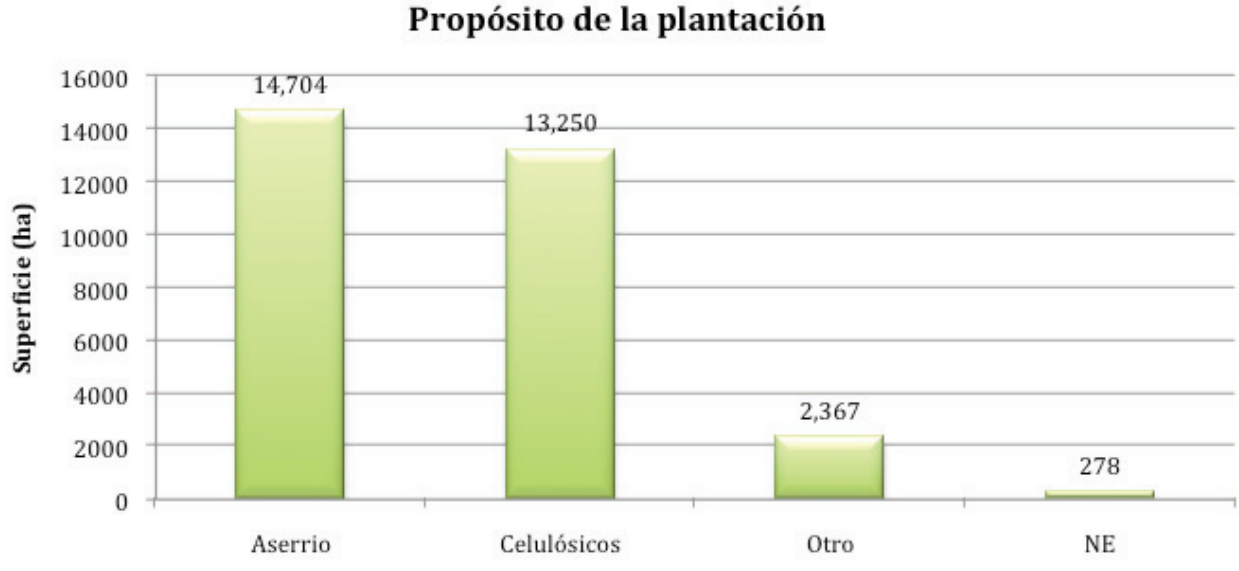


Figura 118. Principales productos a obtener de las plantaciones forestales comerciales actuales.

Los precios esperados por m3 de madera para aserrío y celulosa se reportan en la Figura 119, las frecuencias no corresponden al total de entrevistados, pues algunos no reportaron datos, o bien, manejaron un precio/unidad diferente a pesos/m3. Los precios/m3 para aserrío varían notablemente, de $700 pesos a $1,538 pesos, dependiendo de la especie. En cuanto a los precios para celulosa, sólo se reportan dos especies: melina y eucalipto.

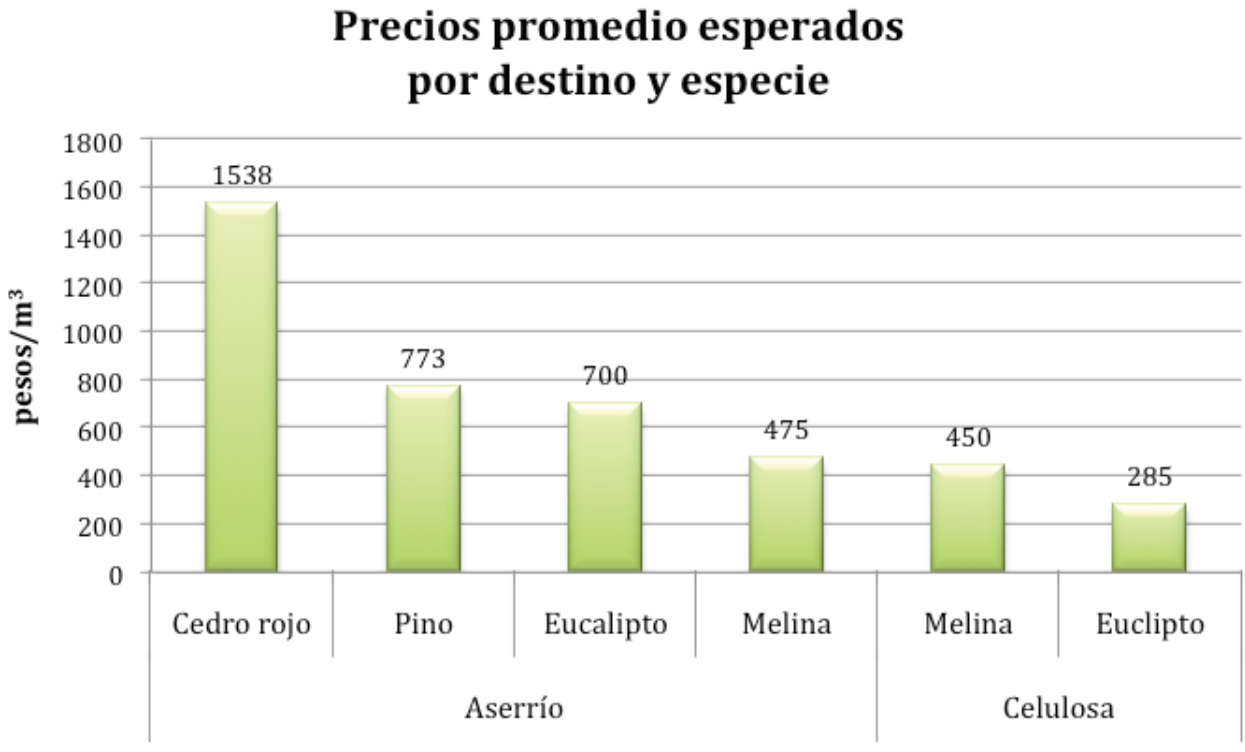


Figura 119. Precios promedio esperados por m3 de madera por especies para aserrío y celulósicos.

Por lo anterior, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

No existe una tendencia definida en los precios de los principales productos para los años analizados. Aún cuando el deficit de la balanza comercial se ha vuelto más negativo, se esperaría que los precios de los productos domesticos tendiera a la alza. Sin embargo, esto no ocurre probablemente debido a que los precios internacionales de productos sean más bajos y actuen como un mecanismo de control de precios. Si esa fuera la causa, su comportamiento sería a la baja.

Es necesario contar con un sistema de información de precios más actualizado y de fácil acceso. No es posible hacer este tipo de estudios con información pasada. Aunque se solicitó la información de los últimos años, no se tuvo respuesta favorable de las instancias de la SEMARNAT. Además como se vio, la información existente está sujeta a errores por lo que se tiene que tener cuidado en su manejo. Se reitera que se requiere contar con un sistema de información que proporcione información actualizada de lo que está aconteciendo en los mercados locales, regionales, nacional e internacional en materia de productos forestales y su comercialización. Contar con información oportuna y precisa permitirá a los actores relacionados con la industria forestal tomar decisiones más correctas, eficaces y eficientes.

4.4.6. ESTRATEGIAS DE APOYOS E INVERSIONES

La inversión neta, de acuerdo con Samuelson (1973), es equivalente a la formación de capital, es decir, el aumento neto de capital real de la comunidad (equipos, edificios, existencias en mercancías, etc.). "La inversión depende de elementos dinámicos y relativamente impredecibles de la expansión del sistema económico; es

decir, de elementos ajenos al propio sistema económico: la técnica, la política, las expectativas, la confianza del ambiente, los gastos e impuestos del estado, la política legislativa y otros".

Dentro del primer apartado de Aspectos Económicos (4.4.1. Apoyos otorgados por el Gobierno), ya se habló de los apoyos que tiene el gobierno de México para el establecimiento y mantenimiento de las PFC a través de PRODEPLAN y de PROÁRBOL; así como los estímulos fiscales.

En este apartado, se discuten otras estrategias de apoyo para aumentar la ventaja comparativa de las plantaciones forestales y estimulan así las inversiones de las mismas. Esto tiene, necesariamente que impactar, en la reducción de los costos o incremento de los rendimientos de la actividad (Enters et.al., 2003).

Antes de citar las posibilidades de apoyo a las inversiones en PFC, es importante mencionar la problemática que se identificó en el documento del Programa Estratégico Forestal (PEF) 2025 sobre el tema:

- Las empresas plantadoras internacionales demandan acceso a la tierra para plantaciones, en la superficie adecuada (alrededor de 100,000 hectáreas por proyecto) y períodos de 50 a 100 años. Esto para tener seguridad en las inversiones en infraestructura y en las plantas de celulosa y papel, lo cual no es posible actualmente en México.
- La situación del mercado internacional de celulosa y la factibilidad de realizar inversiones en condiciones más favorables en otros países, hace que los inversionistas difieran la decisión de invertir en México.
- Los conflictos políticos locales y la inseguridad, se presentan principalmente en el sureste del país, que es la zona con mayor potencial para proyectos grandes orientados a la producción de celulosa.
- La necesidad de una mejor infraestructura vial, ferroviaria, fluvial y portuaria.
- La sobre-regulación ambiental que se duplica con la actividad forestal y que envía señales negativas a os plantadores. Por una parte se diseñan y ejecutan programas de incentivo y fomento a las plantaciones y por la otra, se pone en práctica una serie de medidas restrictivas, como estudios adicionales, cobros por derechos y centralización de autorizaciones en materia de impacto ambiental, entre otras.

Fuentes de inversión privada para PFC en México:

De acuerdo con Muñoz et al (2002), la inversión privada (realizada por los dueños de los recursos u otras personas físicas o morales de tipo privado) puede provenir de la reinversión y el uso del crédito. En México no existen datos sobre la reinversión que realiza la iniciativa privada en PFC. El crédito, por su parte, puede provenir de la banca, de otras entidades de ahorro o crédito popular, o de otras fuentes (amigo, familiares, prestamistas, etc.).

La encuesta a plantadores, muestra que cerca del 90% de los entrevistados no utilizan, ni han utilizado, algún crédito bancario para el establecimiento o desarrollo de sus PFC. Las causas son diversas, tales como: altos intereses, falta de garantías, falta de créditos bancarios, o bien, porque no le interesa su uso.

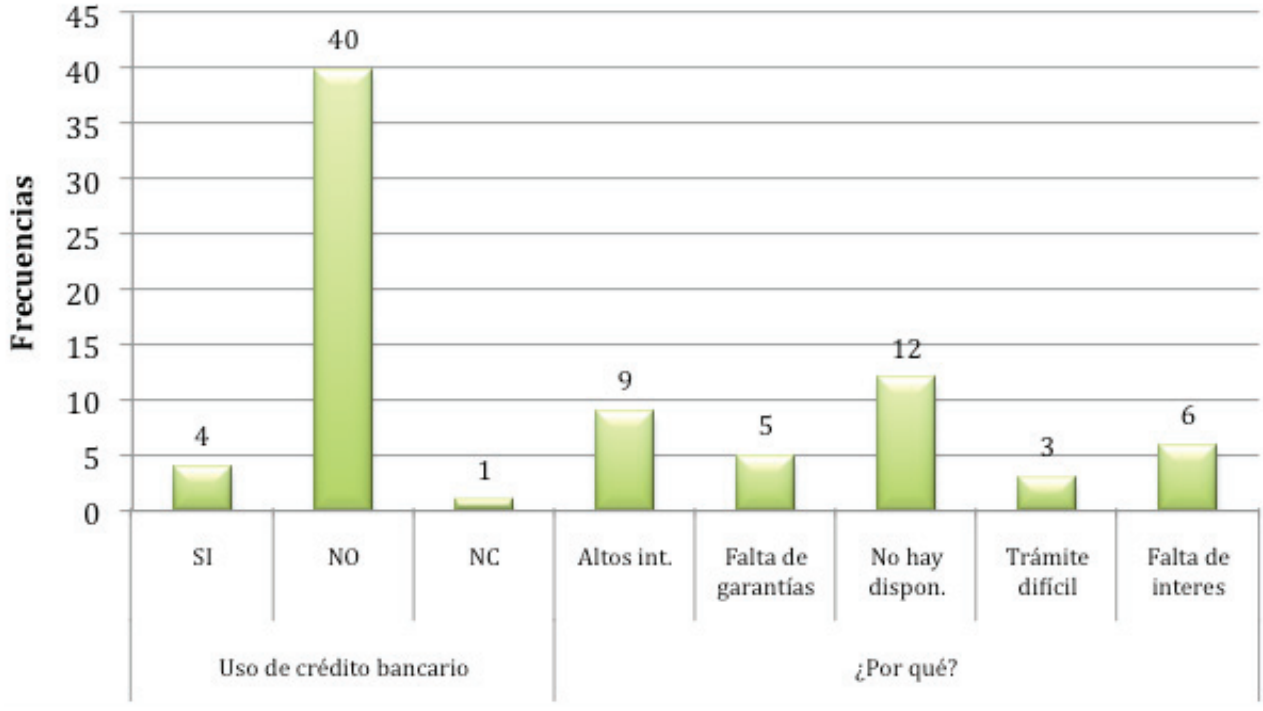


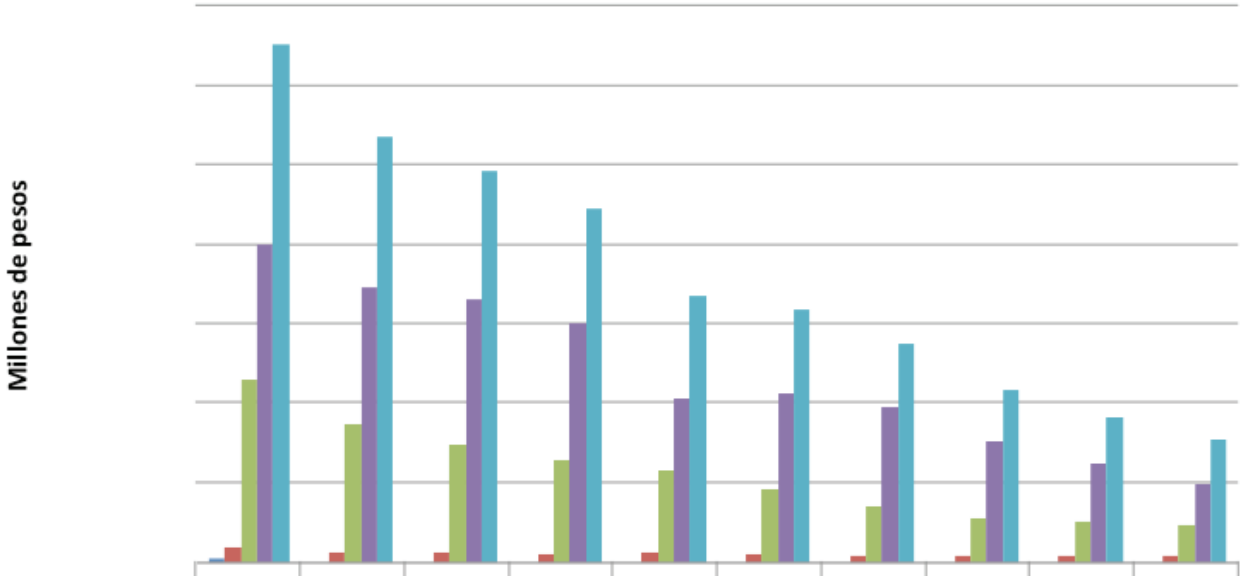
Figura 120. Uso de crédito bancario por parte de los plantadores entrevistados
Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a plantadores

Crédito bancario

Existen dos tipos de banca en México, la banca de desarrollo y la banca comercial. La banca de desarrollo está compuesta por Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA) del Banco de México, la Nacional Financiera (NAFIN), el Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR), el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad (FONAES), el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT), y la Financiera Rural; por su parte, la banca comercial está integrada por Banamex, Bancomer, HSBC, Inverlat, Banorte, American Express Bank, Banco Azteca, Banco del Bajío, HSBC, entre otros.

Para el sector rural hay dos tipos de banca de desarrollo: la de primer piso, que tiene relación directa con los productores (por mucho años lo representó principalmente BANRURAL); y la de segundo piso (FIRA), que opera a través de la banca de primer piso que puede ser comercial o de desarrollo (Muñoz et al, 2002).

De acuerdo con datos del Banco de México, el crédito a la silvicultura representó en el 2004, 209 millones de pesos por parte de la banca (comercial y de desarrollo), que representó el 0.7% (ni siquiera el 1%) de lo destinado al sector primario.



	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Silvicultura	$980	$719	$614	$756	$658	$602	$352	$241	$232	$209
Caza y pesca	$3.489	$2.468	$2.254	$2.182	$2.232	$2.027	$1.651	$1.474	$1.353	$1.419
Ganadería	$45.928	$34.773	$29.748	$25.897	$23.108	$18.385	$13.857	$11.184	$10.083	$9.343
Agricultura	$80.220	$69.295	$66.073	$60.296	$41.102	$42.576	$39.206	$30.506	$25.013	$19.836
Sector primario	$130.618	$107.255	$98.690	$89.130	$67.100	$63.590	$55.066	$43.405	$36.681	$30.807

Figura 121. Crédito otorgado por la Banca (saldos reales) al sector primario en millones de pesos (base 2002).
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México.

En términos reales el crédito total bancario hacia el sector primario ha disminuido drásticamente de 130 618 millones de pesos a sólo 36 700 en el 2003; lo cual significa una reducción del 72%, representado casi en su totalidad por una reducción de crédito por parte de la banca comercial proveniente de fuentes distintas a FIRA. Mientras que para 1995, la banca comercial otorgaba un 66 % del total del crédito privado al sector, en el 2003 sólo otorgó el 8%, es decir, en este último año el 92% de la inversión real provino de FIRA a través de la cartera descontada (FIRA, 2003 y Banco de México).

Los tipos de crédito que maneja FIRA son los siguientes (www.fira.gob.mx):

1. Habilitación o Avío. Crédito de corto plazo para necesidades de capital de trabajo.
2. Refaccionario. Para inversiones fijas, con plazo de 15 años. En proyectos forestales o con largos períodos de maduración, el plazo puede extenderse hasta 20 años.
3. Prendario. Se otorga para la comercialización de insumos o productos, a plazo máximo de 6 meses.

CONAFOR, 2001, menciona que FIRA a apoyando con créditos hasta del 90% de los requerimientos de la inversión total para proyectos de plantaciones comerciales, incluyendo su establecimiento, mantenimiento, cosecha e industrialización.

CONAFOR, 2008, menciona que el escaso financiamiento para proyectos de PFC no ha permitido el impulso de grandes proyectos detonadores. Para ello, es necesario innovar en nuevo esquemas de financiamiento como es el de bursatilización de los proyectos forestales a través de un fideicomiso de inversión en recursos forestales.

El mecanismo de bursatilización se presenta a continuación (CONAFOR, 2008):

Proceso por medio del cual, activos financieros relativamente líquidos y homogéneos son empaquetados, creando instrumentos de deuda con mayor liquidez

1. La plantación cede al fideicomiso los derechos de venta de sus recursos forestales.
2. Se valúan los derechos al precio de mercado actual, menos el costo de producción final.
3. Se descuenta el valor a la tasa esperada por los inversionistas.
4. El fideicomiso compra a la plantación un porcentaje de producción esperada al valor descontado.
5. El fideicomiso retiene el costo de mantenimiento esperado de la plantación para garantizar su correcta aplicación.
6. A la cosecha, el fideicomiso recibe el 100% de las ventas, paga los costos de producción finales, paga a la plantación la parte no comprada y distribuye a los inversionistas el remanente.

Finalmente, es importante mencionar que las estrategias de apoyo y las inversiones a las Plantaciones Forestales Comerciales se deben aplicar considerando todos los factores (incentivos y desincentivos) que afectan a las mismas. Si bien es cierto que los incentivos pueden funcionar de manera favorable para incrementar las inversiones en PFC, también es cierto que puede ser más favorable la reducción de desincentivos. Por ello, además de incentivos del gobierno y financiamiento privado, es esencial una política favorable y una base administrativa que sirvan de apoyo a las plantaciones (Enters et.al., 2003).

4.4.7. INCENTIVOS A LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA

Para efectos de contar con una definición de incentivos, se tomará la de Enters et al. (2003), entendiéndose como "pagos o servicios que aumentan la ventaja comparativa de las plantaciones forestales y estimulan así las inversiones en el establecimiento y la gestión de las plantaciones".

Los incentivos a las PFC son otorgados por el gobierno y están justificados desde un punto de vista social y económico por diversos factores como la generación de empleos, diversificación de actividades económicas y, en general, reducción de la pobreza rural. Además, desde el punto de vista ambiental, las PFC brindan múltiples servicios ambientales a la población, es decir, como una compensación al propietario del bosque por posibles externalidades ambientales positivas (Haltia, O. y Keipi K., 1997).

Dentro de los incentivos a las PFC, se encuentran los incentivos directos, tales como provisión de plántulas, y estímulos fiscales que provienen del gobierno a través de mecanismos como: disminución de impuestos, exención parcial o total de los mismos, y aumento temporal de tasa de depreciación de activos, entre otros. Además, existen otros incentivos que se consideran indirectos y que se deben tomar en cuenta para que los directos tengan mayor eficacia en las PFC. Los incentivos indirectos se dividen a su vez en incentivos variables (sectoriales –tales como precios de insumos o productos, restricciones comerciales-; macroeconómicos –tipo de

cambio, políticas monetarias-), e incentivos propiciadores (tenencia de la tierra, condiciones socioeconómicas, créditos, investigación y extensión, tramites relacionados al establecimiento y aprovechamiento de las plantaciones, entre otros) (Enters et al., 2003).

De acuerdo con la FAO (2005), en América hay países muy relevantes en cuanto a plantaciones forestales se refiere, dentro de ellos se encuentran Estados Unidos, Brasil, Chile y Argentina. En este apartado, se presentará información de incentivos directos (provenientes del gobierno, de acuerdo con la legislación) sobre estos y otros países de América, por la cercanía y relación con México.

ARGENTINA

Argentina cuenta con la Ley de Inversiones para Bosques Cultivados (LEY 25.080, decretada en Buenos Aires, el 15 de enero de 1999 y modificada por la Ley 26.432 del 29 de diciembre del 2008).
De acuerdo con dicha Ley, las personas (físicas o morales) que desarrollen PFC gozarán de estabilidad fiscal hasta por treinta años, contados a partir de la fecha de aprobación del proyecto, con posibilidad de extenderse a cincuenta años de acuerdo con la zona y ciclo de las especies que se implanten (Art. 8).

Para el caso del IVA (Impuesto al valor agregado), se devolverá el impuesto correspondiente a la compra o importación definitiva de bienes, locaciones, o prestaciones de servicios; destinados a la inversión forestal del proyecto (Art. 10).
Con respecto al Impuesto a las ganancias, los plantadores pueden optar por el régimen normal vigente, o bien, por un régimen especial de amortización del impuesto y el cual se enuncia a continuación (Art. 11):

"Entiéndase por bosque implantado o cultivado…el obtenido mediante siembra o plantación de especies maderables nativas y/o exóticas adaptadas ecológicamente al sitio, con fines principalmente comerciales o industriales …" (Art. 4).
La estabilidad fiscal significa que las personas físicas o jurídicas no podrán ver incrementada la carga tributaria total, determinada al momento de la presentación, como consecuencia de aumentos en los impuestos y tasas, cualquiera fuera su denominación en el ámbito nacional y en los ámbitos provinciales y municipales, o la creación de otras nuevas que los alcancen como sujetos de derecho de los mismos, con excepción del IVA.

Las inversiones en obras civiles, construcciones y el equipamiento correspondiente a las PFC se podrán amortizar de la siguiente manera: sesenta por ciento (60%) del monto total de la unidad de infraestructura en el ejercicio fiscal en el que se produzca la habilitación respectiva, y el cuarenta por ciento (40%) restante en partes iguales en los dos años siguientes.

II. Las inversiones que se realicen en adquisición de maquinarias, equipos, unidades de transporte e instalaciones no comprendidas en el apartado anterior se podrán amortizar un tercio por año a partir de la puesta en funcionamiento.

Por su parte, el Art. 12 de la Ley habla de que los titulares de PFC en pie estarán exentos de todo impuesto patrimonial vigente.
Además de los apoyos fiscales mencionados, las PFC también son apoyadas a través de recursos económicos no reintegrables a los bosques que se mencionan a continuación (Art. 17):
a) De 1-300 hectáreas hasta el ochenta por ciento (80%) de los costos de implantación.

b) De 301-500 hectáreas hasta el veinte por ciento (20%) de los costos de implantación.

En la región patagónica el régimen de subsidios previstos se extenderá:

c) Hasta 500 hectáreas, hasta el ochenta por ciento (80%) de los costos de implantación.

d) Hasta 700 hectáreas hasta el veinte por ciento (20%) de los costos de implantación.

Además, la autoridad de aplicación establecerá un monto mayor de apoyo económico no reintegrable cuando los proyectos se refieran a especies nativas o exóticas de alto valor comercial.

El apoyo económico se efectivizará por una única vez para las siguientes actividades:

a) Plantación.

b) Tratamientos silviculturales (poda y aclareo).

Cabe mencionar que, de acuerdo con el Art. 20 de dicha Ley, los límites a la extensión de hectáreas se entenderán, por períodos anuales.

BRASIL

Brasil cuenta con una gran experiencia en Plantaciones Forestales. Desde 1934 se aprobó un Código Forestal que se perfeccionó en 1965 con la institución del nuevo Código Forestal. Este último persiste como un importante instrumento de modernización de las actividades forestales, declarando los bosques como bienes de interés común a todos los habitantes del país (FAO, 2004a).

En 1969 se creó el Consejo de Desarrollo Industrial, en el cual, estaba representado el grupo de celulosa y papel que tuvo la función de formular y coordinar directrices para la expansión de dicho sector. En 1972 se priorizaron incentivos para producción de celulosa y el abastecimiento propio de madera a través de la Decisión No 196/68. En la década de los 70 y hasta mediados de los 80 las PF recibieron incentivos fiscales (deducción del impuesto a la renta) con el II Plan de Desarrollo que tenía, entre sus metas, incrementar la producción de celulosa y papel. Adicional a estos apoyos, otro importante mecanismo de apoyo a las plantaciones fueron los préstamos de organismos internacionales (WRM, página electrónica).

En 2000 se creó el Programa Nacional de Bosques (PNF), el cual, a su vez, está compuesto de tres programas:

- Programa de Bosques Sostenidos - Sustentar;
- Programa de Expansión de la Base Forestal – Forestar; y,
- Programa de Prevención y Combate a deforestaciones, contención de incendios intencionales para uso de la tierra e Incendios Forestales – Florecer.

Otros esfuerzos que se han realizado es la Instalación del Foro de Competitividad de la Cadena Madera - Muebles, coordinado por el Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio; Creación del CERFLOR, bajo la coordinación del Ministerio de Ciencia y Tecnología; creación del PRONAF Forestal, trabajo en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de la Reforma Agraria, los ministerios del área económica y el BNDES; e, inclusión de la silvicultura en el crédito rural, por el Ministerio de la Agricultura (FAO, 2004a).

Uno de los principales objetivos del PNF es estimular las actividades de reforestación a través de apoyo técnico y financiero a los pequeños y medianos productores rurales en la implantación de bosques, y simplificación de los procedimientos legales y administrativos para el plantío, cosecha, transporte, procesamiento y comercialización de productos y subproductos forestales (FAO, 2004a).

CHILE

En Chile, las plantaciones forestales se establecieron con base en distintos instrumentos de la política forestal. Los principales instrumentos han sido el Decreto de Ley 701 que, a partir de 1974, fomentó la forestación, su manejo y cuidado con subsidios y exenciones tributarias por un lapso de 20 años. En 1998 se decretó la nueva Ley de fomento forestal, que tiene como principal objetivo regular la actividad forestal en suelos de aptitud preferentemente forestal e incentivar la forestación en suelos degradados, en especial, por parte de los pequeños propietarios forestales y aquella necesaria para proteger y recuperar los suelos del territorio nacional (FAO, 2004b).

En cuanto a incentivos forestales, el Art. 12 de la Ley menciona que la forestación que efectúen los pequeños propietarios forestales en suelos de aptitud preferentemente forestal o en suelos degradados de cualquier clase, incluidas aquellas plantaciones con baja densidad para fines de uso silvopastoril, tendrán una bonificación de 90% respecto de las primeras 15 hectáreas y de un 75% respecto de las restantes. Tratándose de las comunidades agrícolas o indígenas, la superficie máxima por forestar, con derecho a acceder a bonificación por esta causa, será la que resulte de multiplicar el número de comuneros por 15 hectáreas.

La bonificación del 90% se pagará en un 75% de los costos netos una vez verificado el prendimiento y el 15% restante a los 3 años de efectuada la plantación, cuando se compruebe el establecimiento de ésta. Además, se pagará la primera poda y aclareo de la masa proveniente de las forestaciones realizadas por los pequeños propietarios forestales, siempre que se hagan dentro de los plazos que establezca el reglamento.

Los terrenos calificados de aptitud preferentemente forestal que cuenten con plantaciones bonificadas y los bosques nativos, estarán exentos del impuesto territorial que grava los terrenos agrícolas. Esta exención, respecto de los bosques bonificados, cesará 2 años después de concluida la primera rotación (Art. 13).

COSTA RICA

Costa Rica, desde la Ley Forestal del 13 de febrero de 1996, reformada el 24 de abril de 1998, reconoce que las plantaciones forestales contribuyen a generar servicios ambientales y menciona que una de las funciones de la Oficina Nacional Forestal es promover la constitución y el fortalecimiento de asociaciones y grupos organizados para el desarrollo del sector forestal, con énfasis en la incorporación de los campesinos y pequeños productores a los beneficios del aprovechamiento y la comercialización e industrialización de las plantaciones forestales.

Dicha Ley tiene un capítulo completo (III) dedicado al Fomento de las Plantaciones Forestales (PF). El Art. 28 menciona que las PF (incluidos los sistemas agroforestales y los árboles plantados individualmente) y sus productos, no requerirán permiso de corta, transporte, industrialización, ni exportación. Sin embargo, en caso de que exista un contrato forestal, firmado con el Estado para recibir Certificados de Abono Forestal o deducción del impuesto sobre la Renta, la corta deberá realizarse conforme a lo establecido en el plan de manejo aprobado. De acuerdo con el Art. 29 de la Ley, las personas que Reforesten tendrán los siguientes incentivos:

a) La exención del impuesto de bienes inmuebles del área plantada.

b) La exención del pago del impuesto de tierras incultas.

c) La exención del pago del impuesto de los activos, durante el período de plantación, crecimiento y aclareos, que se considerará preparativo.

d) Las personas que Reforesten sin los recursos provenientes de la deducción del impuesto sobre la Renta o de Certificados de Abono Forestal gozarán de exención del impuesto sobre la Renta de las ganancias obtenidas por la comercialización de los productos de sus plantaciones.

e) Cuando solo se haya ejecutado un porcentaje del costo de la Reforestación, sin el beneficio de los Certificados de Abono Forestal o de deducción del impuesto sobre la Renta, las exenciones a que se refiere este artículo se aplicarán utilizando ese mismo porcentaje.

Los gastos sin cubrir por el incentivo forestal, en que incurra el dueño de la plantación para cumplir con el plan de manejo, serán deducibles del cálculo de la Renta bruta.

Un párrafo de especial importancia en la Ley es que los terrenos con plantaciones e individualmente los árboles en pie plantados en tierras, propiedad de particulares, servirán para garantizar préstamos hipotecarios y prendarios. Con este fin, se autoriza al Registro Público de la Propiedad para anotar, al margen, esos gravámenes sobre el inmueble afectado.
Además de todos los incentivos para plantaciones mencionados, el 27 de abril de 2009 se publicó el decretó N° 35159-MINAET, con relación a la Ley Forestal de1996, en donde se especifica que el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) tiene como función, el trámite y pago de servicios ambientales que brindan los bosques y plantaciones forestales, así como otras actividades necesarias para fortalecer el desarrollo del sector de recursos naturales del país.
El Art. 2 del decreto habla de los montos a pagar por Servicios Ambientales (SA) en 2009. Para el caso de reforestación, se maneja un pago de novecientos ochenta dólares ($980) por hectárea, desembolsados en un periodo de cinco años, y doscientos cinco dólares ($205) por hectárea, para el reforestación en tierras no consideradas como tierras prioritarias, mediante regeneración natural con potencial productivo en sitios con al menos un año de abandono y libres de pastoreo, desembolsados en un periodo de cinco años, prorrogable por otro período de cinco años.

En cuanto a los Proyectos de Reforestación, se consideran prioritarios:

a) Los sitios con alto potencial productivo para el desarrollo de plantaciones forestales.

b) Los proyectos de reforestación con especies contenidas en los decretos de vedas y especies amenazadas o en peligro de extinción.

c) Sitios con alto potencial de bloques de plantación, dando especial prioridad a los proyectos que utilicen material genético mejorado.

Es importante mencionar que, de acuerdo con el Decreto, se podrán incluir áreas en donde se ejecutaron proyectos de reforestación financiados por medio de incentivos y que hayan cumplido con los planes de manejo aprobados y el periodo de vigencia.

El Art. 6 menciona la forma de pago del apoyo de SA, el cual, para el caso de reforestación, queda de la siguiente manera: el pago para áreas menores o iguales a cincuenta hectáreas, podrán recibir el primer pago por adelantado. Para estos proyectos, el primer desembolso del 50% se hará una vez formalizado el contrato con el Estado siempre y cuando el monto a desembolsar esté garantizado según se establezca en el Manual de Procedimientos Administrativos; 20% en el segundo año, 15% en el tercer año, 10% en el cuarto año y 5% en el quinto año. Estos pagos se realizan a partir de la fecha promedio de plantación. Los Proyectos de reforestación que no reciben pago por adelantado, recibirán el primer pago del 50% una vez formalizado el contrato con el Estado, se haya establecido la plantación y se cumpla con los requisitos establecidos en el Manual de Procedimientos para el Pago de Servicios Ambientales. En los siguientes años, se manejarán los porcentajes arriba mencionados.

ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos, el primer incentivo gubernamental para promover la plantación de árboles fue el Acta de Cultivos Maderables, bajo la cual, cualquier persona que plantara árboles en 40 acres en 10 años, se hacía acreedor a 160 acres de tierra federal al final del octavo año.

En 1924 se declaró el Acta de Reforestación Clarke-NcNary, con la cual la Secretaría de Agricultura, en colaboración con instituciones educativas y agencias del estado, ayudaba a los pequeños propietarios en diferentes aspectos de la explotación forestal. Asimismo, esta Acta también ha propiciado que la mayoría de los recursos económicos y el personal utilizado para el control de incendios en tierras privadas sea proporcionado por el estado.

Otro programa federal iniciado en 1936 fue el Programa de Conservación Agrícola, mediante el cual se proveía hasta el 75% del costo de realizar actividades de conservación (principalmente plantación de árboles y pastos).

Otro programa gubernamental, puesto en marcha en 1944, fue gravar el ingreso maderable bajo un esquema de impuesto a las ganancias al capital, lo que significó tasas más favorables que los impuestos ordinarios. Este tratamiento impositivo benefició las inversiones a largo plazo, como es el caso de las plantaciones maderables.

Además, el Programa del Banco del Suelo (1956) fue un incentivo bastante significativo que ayudó a plantar 2.2 millones de acres, mediante el pago de US$ 10-12 por acre por año, con el objetivo de mantener las tierras bajo una cubierta permanente. En 1974 se implementó el Programa de Incentivos Forestales, el cual proporcionó financiamiento de costo compartido (anuales o multi-anuales, 3-10 años) dirigido al desarrollo, manejo y protección de los recursos forestales en tierras privadas.

Políticas ambientales gubernamentales como el Acta de Política Ambiental Nacional (1969), el Acta de Especies Amenazadas (1973), el Acta de Control de la Contaminación de las Aguas Federales (1972) y el Acta de Administración Forestal Nacional (1976) han sido incentivos indirectos para las plantaciones forestales.

GUATEMALA

En Guatemala, existe el Programa Nacional de Incentivos Forestales (PINFOR) el cual reembolsa el costo de establecimiento de la plantación o reforestación (en su caso) y, durante cinco años, los costos de manejo y protección forestal para los productores forestales.
El PINFOR es una herramienta de la política forestal que inicia en 1997, con vigencia de 20 años (hasta 2017).

Es promovido por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), con miras a impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques naturales.

Las categorías que se manejan en el PINFOR son las siguientes:

Reforestación.- El incentivo es hasta por seis años, en los cuales se asigna un incentivo para el establecimiento y, durante cinco a años, incentivos para el mantenimiento de la reforestación.

Manejo de bosques naturales de producción. Se otorga un incentivo anual por ha hasta por cinco años.

Manejo de bosques naturales con fines de protección. De igual forma, se otorga un incentivo anual por ha hasta por cinco años.

Incentivos para el manejo de la Regeneración Natural: El incentivo es hasta por seis años, en los cuales se asigna un incentivo para el establecimiento y, durante cinco años, incentivos para el mantenimiento.

Las metas para del PINFOR, para el período 1997-2017, son: 285,000 ha de plantaciones forestales (establecimiento y mantenimiento) y 650,000 ha de Manejo de bosques naturales.

HONDURAS

Honduras cuenta, desde 1994, con una Ley de Incentivos a la Forestación, Reforestación y a la protección del Bosque, cuyo objetivo es revertir el proceso de deforestación, lograr un adecuado manejo de los bosques naturales e incentivas las plantaciones Forestales (Art. 1 de la Ley).
De acuerdo con dicha Ley, los incentivos para el establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales son (Art 17, 18 y 19 de la Ley):

Elaboración gratuita del proyecto que incluye el plan de producción y manejo de la plantación (área mayor a cinco ha).
Asistencia técnica para la ejecución del proyecto (no mayor a cinco años).
Usufructo total de los productos forestales obtenidos (siempre y cuando cumplan con los lineamientos establecidos).

Para las plantaciones dedicadas a la producción de leña o de uso múltiple, reembolso (100%) del costo de las plántulas usadas en la plantación. Para el caso de las plantaciones dedicadas a producir materia prima para la industria, cuando la plantación sea efectuada por empresarios del giro de madera, se reembolsará el 50% del costo de las plántulas.
Utilidades libres del gravamen del ISR (impuesto sobre la renta) por cinco años, y gravamen de sólo el 50% los subsiguientes cinco años.

PANAMÁ

Panamá cuenta con "Ley de Reforestación", expedida el 23 de noviembre de 1992 y su reglamento, por la cual se establecen incentivos y se reglamenta la actividad de reforestación en la República de Panamá.

En esta Ley, se menciona que los propietarios que realicen plantaciones sobre la vigencia de la Ley no pagarán impuesto sobre la renta en el momento de su aprovechamiento y comercialización (Art. 4).

De acuerdo con el Art. 5 de la Ley, las inversiones forestales directas o indirectas se consideran, 100%, como gastos deducibles para efectos del pago de impuestos sobre la renta (cuando las sumas invertidas provengan de una fuente distinta a la actividad de reforestación).

Además, tendrán exención de impuestos de exportación y demás tasas, sobre la maquinaria, equipo, herramientas, agroquímicos, semillas y otros elementos necesarios para el uso exclusivo en la reforestación, manejo y aprovechamiento de las plantaciones.

Exención de pago de impuestos de inmuebles y del impuesto de transferencia de bienes inmuebles, si la finca está dedicada en más del 50% de su superficie a la reforestación o que tenga como mínimo 200 ha reforestadas.

Exención de pago de impuestos sobre la renta de las utilidades de bonos, acciones y valores de sociedades dedicadas a la reforestación.

Líneas de crédito con intereses preferenciales (4 puntos porcentuales menor que la tasa del mercado local).

Las plantaciones forestales pueden considerarse como aval hipotecario, garantía bancaria y comercial, certificados del abono tributario, bonos, etc.

Existe protección contra el precarismo a toda plantación forestal y área destinada por sus propietarios a la reforestación. Se considera un delito la invasión de las tierras reforestadas, de tal manera que haya una seguridad en la inversión y un estimulo en la reforestación.

Previo estudio técnico conjunto entre la superintendencia de seguros, las compañías aseguradoras y el Autoridad Nacional del Ambiente se fomenta un Sistema de Seguros Forestales contra incendios, plagas, enfermedades y otros daños, al que podrán acogerse los propietarios de plantaciones forestales.

A manera de conclusión

Los incentivos forestales pueden ser muy útiles para impulsar las plantaciones forestales en el mundo, sin embargo, es difícil evaluar la efectividad de los subsidios directos sin considerar los indirectos y propiciadores que se mencionaron en el inicio del presente apartado. Los incentivos directos pueden tener sólo efectos marginales o incluso tener consecuencias imprevistas si no están bien concebidos, o incluso llevar a una asignación errónea de fondos, dirigir inversiones a plantaciones que resulten inviables o tener efectos negativos a largo plazo sobre el interés por las plantaciones (Enters et al, 2003; Witheman, 2003). Los incentivos fiscales, en particular, han causado problemas de este tipo, por la gran dificultad de orientarlos hacia su objetivo. En Chile, por ejemplo, se han criticado las iniciativas de forestación para las que se han concedido incentivos fiscales por no tener en cuenta los derechos de los usuarios locales de la tierra (Whiteman, 2003).

Se requiere mucho tiempo, información confiable y un profundo análisis para definir la forma en que los incentivos indirectos afectan las PFC en cada uno de los países. Es claro que, pese al esfuerzo de los gobiernos

por definir leyes y reglamentos con incentivos fiscales, en un contexto caracterizado por fuertes desincentivos indirectos (complejos trámites para obtener permisos de corta, transporte o transformación de la madera; bajos precios de productos forestales; políticas incongruentes; alto riesgo de incendios; inseguridad en tenencia de la tierra, mercado incierto, entre otros), las PFC tienen muchas limitaciones para prosperar (Enters et al., 2003).

Desde el punto de vista del comercio, los incentivos mencionados en el presente capítulo (fiscales y/o pagos directos), afectan la competitividad de los productores individuales, permitiendo que países como Brasil y Chile desarrollen industrias de exportación en gran escala (Kari, 2000). De acuerdo con diversas fuentes, los pagos directos designados para monto de establecimiento (apoyo económico más importante) de las PFC es de $315 USD/ha para Argentina (Cortés, 2003); $650 USD/ha en Chile (Corporación Nacional Forestal, 2008) y $700 USD/ha en Costa Rica (FAO, 1998).

Para el caso de Estados Unidos, además de los incentivos directos mencionados en el escrito, Zhang (2002) menciona que posiblemente el primer incentivo para el desarrollo de las plantaciones forestales privadas haya sido su propia constitución, dado que i) exige que el estado respete y proteja los derechos de propiedad privada y adopte un capitalismo de libre mercado y ii) limita el poder del gobierno con respecto a la propiedad privada, eliminando el temor de las entidades privadas acerca de una expropiación por parte del estado. Con los derechos de propiedad seguros, las plantaciones forestales progresaron.

Finalmente, Enters et al., 2003 generan cinco advertencias a considerar, respecto a incentivos directos:

Los incentivos directos son difíciles y costosos de administrar, por sus elevados costos de tramitación es dudoso que sean un instrumento eficiente para atraer pequeños inversores.

Las ventajas fiscales sólo pueden funcionar cuando los inversores pagan realmente impuestos.

Es fácil abusar de los incentivos directos. Las plántulas gratuitas pueden revenderse, los préstamos pueden utilizarse para fines no previstos y la corrupción es prácticamente imposible de controlar.

Los incentivos directos son a menudo defectuosos si se conciben sin considerar las necesidades de los potenciales receptores.

Para el comercio internacional de productos forestales, se deben considerar las reglas de la Organización Mundial del Comercio, relacionado al uso de ciertos tipos de incentivos.

4.5. PERSPECTIVAS DEL SUMINISTRO DE MADERA.

4.5.1. ABASTO DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES CON SUPERFICIE Y ESPECIES ACTUALES DE PFC Y PARTICIPACIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA

Figura. 122. Harvester o cosechadora. Procesadora forestal trabajando en la cosecha mecanizada de plantaciones forestales comerciales en el Las Choapas, Veracruz. Primera máquina de su tipo en México; empezó a operar en agosto de 2008.

Antecedentes del abastecimiento forestal
El abastecimiento forestal en México
A través de los años la industria forestal mexicana, gubernamental, social y privada, se ha venido abasteciendo a partir del aprovechamiento de bosques nativos o naturales y selvas.

Dicho modelo, iniciado formalmente durante la década de los veinte-treinta del Siglo XX, y potenciado a gran escala a partir de la década de los cincuenta, con las concesiones forestales otorgadas por el estado a favor de diversas empresas, permitió el desarrollo de medianas y grandes industrias principalmente de celulosa, papel, aserrío y tableros, que operaron con más o menos éxito hasta el vencimiento de dichas concesiones a mediados y finales de la década de los ochenta.

Este modelo, de carácter proteccionista pero necesario en su momento, permitió inversiones importantes en maquinaria para la apertura y mantenimiento de caminos, en infraestructura caminera y en equipo y maquinaria para la mecanización de las operaciones de abastecimiento forestal.

Una vez concluida la vigencia de las concesiones forestales, las empresas que habían aprovechado, de manera exclusiva o preferente, importantes superficies boscosas, sin haber previsto su futura fuente de materia prima, empezaron a sufrir por la falta de madera en rollo, derivada de la competencia, leal o desleal, con otras industrias forestales, tanto de particulares como de los propios dueños de bosques y selvas.

Las primeras industrias que resintieron el desabasto de madera fueron las de mayor tamaño, en este caso las fábricas de celulosa y papel, mismas que se vieron obligadas a abastecerse comprando madera en estados o regiones del país ubicados a varios cientos o, a veces, a miles de kilómetros y, en algunos casos, a importar astilla y/o celulosa ya elaborada, principalmente de Estados Unidos, Brasil y Chile. Con el paso del tiempo ambas opciones se volvieron inviables, a grado tal que hoy, más de la mitad de las fábricas que producían celulosa a partir de fibra virgen de madera en la década de los ochentas, dejaron de operar.

Asimismo otras industrias privadas de tamaño mediano, como las de chapa y tableros contrachapados, laminados, de fibra, de partículas y aglomerados, así como las de aserrío, empezaron a disputarse los volúmenes maderables disponibles con las industrias recién establecidas por los dueños y/o usufructuarios de bosques y selvas, encareciendo el costo de la materia prima debido al incremento de la demanda, sin el correspondiente crecimiento de la oferta.

Lo anterior, aunado a la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, potencias forestales de primer nivel y, posteriormente, con otros países igualmente líderes en materia forestal, sumió a las industrias forestales mexicanas del sector público y privado en una situación cada vez más crítica, que generó un círculo vicioso de escasez de materia prima-no inversión-falta de competitividad (Caballero, 1996).

Inclusive, las propias industrias de los dueños de bosques y selvas empezaron a resentir la competencia con los productos importados, provenientes de plantaciones forestales chilenas o brasileñas, y puestos en México a un costo menor que los productos fabricados en nuestro país. Para nadie es un secreto que, desde hace al menos unos veinticinco años, el sector forestal como ente económico en lo general, y la planta productiva forestal mexicana en lo particular, ha venido a menos, tendencia que simplemente se aceleró a partir de la globalización económica iniciada a principios de la década pasada y que ha ocasionado el cierre de numerosas industrias forestales, con la consecuente pérdida de empleos e inversiones.
Esta paulatina declinación se debió principalmente a una baja continua en el abastecimiento o producción de madera en rollo proveniente de bosques y selvas, baja que continúa hasta el día de hoy sin que existan, aparentemente, alternativas de solución puesto que la producción maderable de bosques y selvas continúa a la baja de manera constante desde que alcanzó su máximo histórico de 10 millones de m3 de madera en rollo en el año de 1990, a pesar de un ligero repunte de 1996 a 2001, alcanzándose un máximo de 6.5 millones de m3.

Asimismo los equipos y la tecnología de que disponen actualmente la mayor parte de las empresas forestales, sociales o privadas, para la extracción de la madera en rollo y la industrialización de esta son obsoletos. De manera paralela, cada vez es más difícil y costoso extraer madera en rollo de bosques y selvas naturales debido

a las distancias de transporte (normalmente mayores a los 200 kilómetros y en casos extremos hasta de 1,500 kilómetros), al estado de los caminos o a la falta de estos y al costo que representa su construcción (Monreal, 1991).

Por otra parte, por razones de carácter legal y del manejo silvícola que se aplica en bosques nativos y selvas, el volumen que se cosecha por hectárea es relativamente poco, y cada vez existen mayores restricciones legales para la autorización de nuevos aprovechamientos forestales maderables, sin que por ello se reduzca el robo de madera conocido comúnmente como "clandestinaje".

Todo ello se ha traducido en que actualmente alrededor del 65% de la madera, para uso industrial o proveniente de la industria, que se consume en México viene del exterior, particularmente de países cuyo abastecimiento de madera en rollo se da mediante el manejo y la cosecha de superficies importantes de plantaciones forestales comerciales con especies de mediano (Pinus spp.) y rápido crecimiento (Eucalyptus spp.), establecidas a lo largo de los últimos veinte años.

Desde el punto de vista tecnológico, las primeras cortas comerciales, realizadas en la sierra de Chihuahua hacia finales del siglo XIX, se hacían con herramientas completamente manuales, el derribo, el desrame y el troceo se realizaban con hacha y serrón (o sierra de dos hombres), el arrime con tracción animal, ya sea con yuntas de bueyes o tiros de caballo y, en lugares accidentados por gravedad empujando las trozas a favor de la pendiente con el uso de ganchos "troceros". La carga se hacía a mano con el uso de planos inclinados, aunque algunas de las industrias más grandes ya utilizaban grúas de carga a base de cables (Caballero, 1996).

Se sabe que desde la segunda mitad del siglo XIX se aprovechaba la madera del cedro rojo y la caoba en las orillas del Río Lacantún, afluente del Usumacinta en la Selva Lacandona, la elaboración de las trozas era puramente manual, con hacha y serrón, el arrime se hacía con yuntas de bueyes y las trozas se transportaban utilizando la corriente del río hasta el puerto de Frontera, desde donde se embarcaban a Europa (González, 1988).

A mediados de la década de los sesenta se introdujo el uso de la motosierra, que aunque al principio era muy pesada y un tanto rudimentaria, incrementó prácticamente al doble la producción de madera en rollo en un periodo de menos de 10 años; asimismo se introdujo la motogrúa o grúa de malacate y el tractor articulado lo que permitió aprovechar áreas muy accidentadas. En la década de los setenta las grandes empresas forestales introdujeron grúas hidráulicas montadas sobre chasís de camión rabón para la carga de trocería y popularizaron el uso de camiones especializados (tracto camiones modificados o "tracto–lanzas") con capacidades de carga de hasta 40 toneladas, así como el uso del ferrocarril para el traslado de la madera en rollo a gran distancia en góndolas, furgones o carros descubiertos.

Actualmente, el inicio de la cosecha de plantaciones forestales comerciales en México ha permitido la introducción y el uso de equipos más sofisticados para el corte y el arrime como el procesador o cosechador forestal, el semi procesador y los remolques forestales con grúa hidráulica de carga–descarga.

Inicios del abastecimiento forestal proveniente de plantaciones forestales (PFC) en México

Aunque existe la percepción de que las primeras plantaciones forestales comerciales de cierta importancia en México se establecieron a mediados de la década de los noventas del siglo XX y que, en consecuencia, las primeras cosechas provenientes de las especies de más rápido crecimiento se iniciaron a partir de los primeros años del siglo XXI, históricamente hablando, la primera cosecha de plantaciones forestales comerciales debe haberse realizado a mediados de la década de los sesenta, cuando se cortaron las plantaciones de eucalipto establecidas a partir de 1953 por la empresa Fibracel, S. A., cerca de Tamuín en la Huasteca Potosina (Borgo, 1958, Fierros, 1978, Bonilla y Carrillo, 1985); no se cuenta con información sobre este aprovechamiento).

Posteriormente, se tiene documentado al proyecto "La Sabana" consistente en una plantación de Pinus caribaea var. hondurensis y otras especies de pinos tropicales, ubicada sobre una superficie de 9,000 hectáreas, plantadas en varios municipios de la Región Mixe del Estado de Oaxaca, realizada con el objetivo original de abastecer con 150,000 m3 de madera en rollo por año a la empresa FAPATUX, (Fábricas de Papel Tuxtepec S. A. de C. V. Estas plantaciones se iniciaron en 1974.
Esta primera cosecha se produce a partir de 1985 cuando las primeras plantaciones, efectuadas en 1974 alcanzaban los 21 años de edad. El primer año se cosecharon, a manera de prueba, 500 m3 de madera en rollo, cantidad que se fue incrementando de acuerdo a lo que se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 66. Volúmenes cosechados en las plantaciones forestales comerciales en "La Sabana" en la Región Mixe del Estado de Oaxaca

AÑO	VOLUMEN COSECHADO (m³ de madera en rollo)
1985	500
1986	2,000
1987	15,000*
1988	15,000*
1999	15,000*
1990	15,000*
1991 en adelante	N/D

*Volúmenes aproximados. Fuente: Mathus, 2007.

Aunque desde su inicio el proyecto "La Sabana" estuvo íntimamente ligado a la empresa que le dio origen, en 1993 FAPATUX, una vez privatizada, decidió modificar la tecnología de su proceso industrial reduciendo drásticamente su consumo anual de madera en rollo, lo que motivó que dejaran de aprovecharse una gran parte de los volúmenes cortables de La Sabana.
En 1994 FAPATUX transfirió al Gobierno del Estado de Oaxaca la superficie de terrenos federales plantada a lo largo del tiempo, mientras que las plantaciones establecidas en terrenos comunales pasaron a poder de los propietarios de las tierras mismos que constituyeron diversas empresas forestales con el objeto de comercializar al mejor postor los volúmenes respectivos.

Es sabido que una vez hecha la transferencia, las plantaciones ubicadas en los terrenos comunales se han seguido aprovechando de manera sistemática mediante cortas a matarrasa con replantación y con volúmenes promedio de producción de unos 20 mil m3 anuales (Mathus, 2007).

Los equipos utilizados para las operaciones de cosecha en las plantaciones de La Sabana fueron los siguientes: para la elaboración de las trozas, inicialmente se utilizaron motosierras tradicionales, aunque actualmente se emplean motosierras pequeñas y mucho más ligeras. La extracción o arrime se realiza con motogrúa haciendo atados de trozas de 2.52 m, que se colocan sobre camiones de dos y tres ejes; en caso necesario la madera se descorteza manualmente en los patios de concentración y vuelve a cargarse en plataformas de tracto camión. La carga en patios se lleva a cabo con grúas de las que tradicionalmente se utilizan para la carga de caña ya que los diámetros delgados de las trozas permiten el uso de equipo no especializado que se fabrica en la propia región (Mathus, 1985).

Desarrollo histórico de las superficies aprovechadas en PFC en México

Las primeras superficies de plantaciones forestales comerciales aprovechadas en México corresponden a las plantaciones más antiguas y a las plantaciones con especies introducidas de rápido crecimiento ubicadas en el Sureste del país, básicamente en el norte de Oaxaca (zona Mixe), el sureste de Veracruz (Las Choapas, Agua Dulce y Moloacán), el oeste de Tabasco (Huimanguillo), la zona de los ríos de Tabasco (Balancán y Emiliano Zapata) y el oeste de Campeche (El Carmen). Hasta ahora prácticamente todos los volúmenes que provienen de plantaciones forestales comerciales se cosechan en esas regiones.

El siguiente registro de cosecha de plantaciones forestales comerciales en México, después de "La Sabana", se dio en el año 2001, cuando se inició la cosecha del proyecto Plantaciones Forestales del Sureste (PLANFOSUR) actualmente Forestaciones Operativas de México S.A. de C.V. (FOMEX), en las plantaciones forestales establecidas a partir de 1994 con diez diferentes especies de Eucaliptos en la zona limítrofe entre los estados de Veracruz y Tabasco (actualmente solo utilizan tres (Eucalyptus grandis, E. Urophylla y E. urograndis).

Figura 123. Primera cosecha de la plantación de FOMEX en 2001.

El volumen cosechado en 2001, de 347 m3 de madera en rollo, fue más bien de carácter experimental, pero en 2002 se obtuvo una cosecha relevante de 72,658 m3, misma que para 2003 se elevó a más de 100,000 m3, como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 67. Volúmenes cosechados en las plantaciones forestales comerciales de "PLANFOSUR-FOMEX" en Veracruz y Tabasco. Fuente: FOMEX-REXCEL

AÑO	VOLUMEN COSECHADO (m^3 de madera en rollo)
2001	347
2002	72,658
2003	140,145
2004	149,685
2005	158,190
2006	178,345
2007	102,120
2008	52,500
2009	100,000*

* Proyectado

Los volúmenes aportados por este proyecto pueden considerarse como muy significativos ya que llegaron a constituir hasta el 100% de la producción maderable del Estado de Tabasco y el 30% de la producción maderable del de Veracruz.

La explicación del porque hay una repentina reducción en el volumen cosechado del año 2007 en adelante es de carácter eminentemente operativo puesto que las actividades de cosecha se llevan a cabo mediante pequeños contratistas locales cuya disponibilidad de equipo y maquinaria es mínima o nula, de tal manera que primero se dieron a la tarea de cortar las áreas de más fácil acceso y mayor cercanía a los patios ferrocarrileros incrementándose los volúmenes de cosecha fuera de toda proporción (Pérez, 2009).
Actualmente, ante la necesidad de cortar las áreas de más difícil acceso y las ubicadas en sitios lejanos y ante la falta de transporte ferrocarrilero, la empresa se ha visto en la necesidad de redimensionar sus metas, proyectando cosechas estándar de 100,000 m3/año de 2009 en adelante con contratistas semi-mecanizados (Pérez, 2009).

Se estima que la superficie actual del proyecto, que asciende a 10 mil ha, se incrementa en dos mil ha por año a partir de 2008, estimándose que alcanzará 17 mil ha netas en 2012.

Cabe mencionar que hubo la necesidad de redimensionar el proyecto (en su momento llegó a tener 13 mil has plantadas) ya que alrededor de 3 mil ha habían sido plantadas en terrenos que no valían la pena ser replantados nuevamente, debido a los bajos incrementos obtenidos, por lo que fueron cosechados y regresados a los dueños respectivos, los cuales en general dejan crecer los rebrotes para comercializarlos como tutores o postes para cercado. Incluso, en algunos casos donde se combinaron los bajos rendimientos (ya sea por el uso de especies no adecuadas o falta de manejo), con terrenos muy accidentados y sin vías de acceso, llegaron a regresarse áreas sin haberse cosechado. Actualmente los criterios para el arrendamiento de los terrenos han sido modificados para evitar el arrendamiento de terrenos no apropiados. Cuando se trata de terrenos de buena calidad, a buen precio, se prefiere la compra a la renta.

Un 20% del volumen obtenido se transporta a REXCEL, controladora de FOMEX, cuya planta de tableros aglomerados se ubica en Zitácuaro, Michoacán, el resto se comercializa a Grupo Papelero SCRIBE, cuya fabrica de celulosa–papel se ubica en Morelia, Michoacán (Monreal, 2006).
Para 2002 se inició la cosecha de otro proyecto, concretamente de las plantaciones de melina (Gmelina arbórea) de la empresa PETROCAM (actualmente Plantación Forestal entre Hermanos), ubicado en el municipio de El Carmen, Campeche; el total de las superficies plantadas son propiedad de la empresa por lo cual, conforme van siendo cosechadas van siendo replantadas.

Figura 124. Primera cosecha de la plantación de PETROCAM (Hoy Plantación Forestal entre Hermanos) en 2002.

En 2002 el volumen cosechado fue de 1,000 m3 de madera en rollo, pero para el año 2008 ya se ha estabilizado en 25,000 m3 por año, suficiente para atender las necesidades del negocio propio de fabricación de muebles finos, en una planta industrial de chapa, tablero contrachapado y dimensionado de última generación, mientras que las trozas que no reúnen los requisitos de dimensiones y calidad se comercializan a SCRIBE. La superficie plantada es de 1,800 ha y no se estima que crezca en el corto plazo (Sánchez Rejón., 2008).

A principios de 2004 dio inicio la cosecha de eucalipto de la empresa Desarrollo Forestal S. A. de C. V. recién adquirida por PROPLANSE (Promotora de plantaciones del Sureste); en este último caso se trata de 1,700 ha de plantaciones establecidas en tres periodos: 1994, 1997 y 1999, con Eucalipto híbrido Eucalyptus urograndis en la zona de los ríos y en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Por tratarse de terrenos incorporados por Desarrollo Forestal, bajo el esquema de asociación en participación y siendo que la política de PROPLANSE es plantar exclusivamente terrenos propios, los terrenos cosechados están

siendo regresados a los arrendatarios conforme van siendo desocupados. Por otra parte la empresa les propone la compra en el caso de los terrenos donde se obtuvieron los mejores rendimientos o busca nuevos terrenos para adquirirlos y plantarlos. En 2003 el volumen cosechado fue de 20 mil m3, pero para el año 2009 ya se ha estabilizado en 60 mil m3/año puesto que en 2006 se inició el aclareo de otras 3 mil hectáreas de melina plantadas originalmente por PROPLANSE (Mápula, 2008).

RESER controladora de PROPLANSE, opera, un aserradero con tres líneas de producción, que procesan un volumen aproximado de 30 mil m3/año en Emiliano Zapata, Tabasco, el resto se vende a FAPATUX (en forma de astilla) y a SCRIBE (como madera en rollo).

Figura 125. Primera cosecha de la plantación de Desarrollo Forestal en 2004, recién adquirida por PROPLANSE.

A mediados de 2005 da inicio la cosecha de eucalipto de la empresa Plantaciones de Tehuantepec S. A. de C. V. (PLANTEH), se trata de plantaciones establecidas de 1998 en adelante con Eucalyptus grandis y Eucalyptus urophylla, en el municipio de Santiago Yaveo y otros de la zona Mixe de Oaxaca, en terrenos arrendados por periodos de hasta 30 años. Una vez efectuada la cosecha los rebrotes se dejan crecer y posteriormente se manejan para evitar la replantación de los terrenos. Para mediados de 2008 el volumen cosechado llegó a los 50 mil m3 de madera en rollo con un promedio de 17,000 m3/año (Santos, 2008).

La totalidad del volumen se comercializa a SCRIBE, sin embargo existe el riesgo de no continuidad, debido a que la empresa ha seguido cosechando sin realizar el establecimiento de nuevas plantaciones y ha optado por manejar el rebrote. PLANTEH no tiene industria propia.

En 2005 inicia la cosecha de sus plantaciones de eucalipto la empresa Forestales Mexicanos S. A. de C. V., con un poco más de 2,200 plantadas entre 1999 y 2006 en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco, con una mezcla más bien extraña de Eucalyptus grandis y E. urophylla con Hevea brasiliensis (Hule) plantados en terrenos propios.

Los eucaliptos se cosechan a los seis años de edad y se comercializan para material celulósico a SCRIBE, mientras que el hule se empieza a "sangrar" para la producción de látex precisamente en el momento en que los eucaliptos son retirados.

La producción anual de madera en rollo de eucalipto representa un volumen de 20,000 m3 de madera en rollo por año y por el momento se mantendrá en ese nivel ya que la superficie anual plantada es similar a la que se cosecha (Madrazo, 2009).
En 2007 Agropecuaria Santa Genoveva S. A. (AGSA) inició su programa de cortas de aclareos sobre la superficie inicialmente plantada con teca (Tectona grandis) en 2003, el volumen cosechado fue de 8 mil m3; en 2008 se aclaro la superficie plantada en 2004 obteniéndose un volumen de 16 mil m3, cantidad que de 2008 en adelante se ha estabilizado en 25 mil m3/año, hasta en tanto se produzca la corta final en el año 2020 con un volumen estimado en 200 mil m3 de madera en rollo.

AGSA cuenta con un aserradero portátil con el cual elabora cuadrados o polines a partir de los rollizos que obtiene de los aclareos; dichos polines se comercializan en las ciudades de Escárcega y de Campeche para la industria de la construcción. AGSA planea dar continuidad a su proyecto, en la zona de Los Ríos, del Estado de Tabasco, hasta alcanzar 16 mil ha en 2020 (Fernández, 2009).

En 2007 Silvicultora Saraya, filial de SCRIBE inició la cosecha de las primeras hectáreas de eucalipto plantadas en la Zihuatanejo, Guerrero con un volumen de 16 mil m3 de madera en rollo para su planta de celulosa, ubicada en Morelia, Michoacán. De 2008 en adelante se estima una cosecha sostenida de 20 mil m3/año (Araujo, 2008).

En 2007 PROTEAK UNO, con dos mil ha de teca plantadas entre 2001 y 2007 en San Blas, Nayarit se incorpora a la producción con un primer aclareo comercial de 3 mil m3 de la superficie plantada en 2001. PROTEAK cuenta con una planta industrial bien establecida en Tepic, en donde fabrica, entre otros productos, tablas de cocina y portalibros ("perros"), que exporta a Estados Unidos e Inglaterra con un margen de utilidad estimado entre 600 y 800% (ver el sitio www.proteak.com). PROTEAK UNO planea dar continuidad a sus plantaciones en la zona de los Ríos del Estado de Tabasco y continuar cosechando a un ritmo de 5 mil m3/año. a través de aclareos.
En 2008 Rancho El Chaparral, Agroindustrial Agua fría y otras empresas asociadas, con un total de seis mil has de plantaciones de teca y melina, establecidas entre 1999 y 2008, inició el aprovechamiento de las plantaciones de melina más antiguas en el municipio de Juchique de Ferrer, Veracruz, las trozas se procesan prácticamente en el sitio de corta con el uso de tres aserraderos portátiles, que elaboran tablas y polines; cuenta con estufa de secado semifija y también está aclareando las tecas plantadas en 2001. El volumen producido fue de 5 mil m3 en 2008 y será de 10 mil m3 para 2009 (Riaño, 2009).

Figura 126. Primera cosecha de la plantación de Rancho Chaparral en 2008 en Juchique de Ferrer, Veracruz.

Para 2009 se estarán incorporando a la producción de madera en rollo los proyectos Agroforestales Teponaxtle con más de 2 mil ha plantadas con Cedro rosado (Acrocarpus fraxinifolius), establecidas entre 2001 y 2008 en la Sierra Norte de Puebla; se estima un volumen inicial de 10 mil m3 de madera en rollo para este año (Hinzpeter, 2008).
En 2009 se inició el programa de aclareos de la empresa Reforesta Mexicana, de Las Choapas, Veracruz, se planea una cosecha de unos 2 mil m3 la mayor parte de ellos destinados a postes para cerca (Cruz, 2009).

Este año se llevarán a cabo aclareos comerciales (para celulósicos) en plantaciones de pino (Pinus spp.) establecidas desde 1997 hasta 2006 en Michoacán. Se trata de los proyectos de las SP R Amanecer Productivo y Yoricostio, respectivamente; el volumen a aprovechar es de 4 mil m3 de madera en rollo (Hinojosa, 2008).

Finalmente habría que considerar que las plantaciones de Pïnus Caribaea de "La Sabana" continúan siendo aprovechadas con un volumen anual de entre 15 a 20 mil m3 de madera en rollo, destinada a postes y aserrío (Santos, 2008).

En resumen, al concluir 2009, las plantaciones forestales comerciales aportaran entre 290 y 300 mil m3 de madera en rollo a la producción nacional maderable

Se estima que hasta el 45% del volumen cosechado se destinaría a la industria de la celulosa y papel; un 20% a la industria de tableros aglomerados; otro 20% a la industria del aserrío; y el resto a otros usos como postería, chapa y contrachapados, y madera para construcción. La mayor parte de los volúmenes provenientes de plantaciones forestales comerciales se están procesando en el Estado de Michoacán y provienen de Veracruz, Tabasco y Campeche

El 90% de la producción proviene de plantaciones con especies introducidas de rápido crecimiento como el eucalipto (Eucalyptus spp.) y la melina (Gmelina arborea); el resto provienen de otras especies como la teca y los pinos.

Cabe mencionar que todos los datos y cifras que aquí se proporcionan han sido obtenidos a partir de una recopilación efectuada directamente con los plantadores; no existen cifras oficiales de volúmenes provenientes de plantaciones forestales comerciales en México, ya que los anuarios estadísticos de la autoridad competente (SEMARNAT), no diferencian la fuente de la cual procede la materia prima y ni la especie ya que ni la melina ni el eucalipto aparecen con esos nombres, en todo caso quedarían incluidas como "especies comunes tropicales" sin posibilidad de diferenciar si se trata de una especie nativa de plantaciones o natural o de una especie introducida.

De igual forma, la CONAFOR tampoco cuenta con cifras de los volúmenes provenientes de las plantaciones forestales comerciales ni con un mecanismo que permita colectar dicha información.

Descripción y especificaciones actuales de las operaciones típicas de abastecimiento de PFC en México

Durante el tiempo que ha transcurrido entre el inicio de la primera cosecha proveniente de plantaciones comerciales, en el 2001 y el momento actual, las operaciones de abastecimiento se han venido adaptando, poco a poco, a las condiciones que caracterizan específicamente a la cosecha de plantaciones; condiciones que son totalmente diferentes a las que caracterizan al abastecimiento forestal en bosques y en selvas. En el cuadro siguiente (68), se indican las principales diferencias entre las operaciones de abastecimiento forestal en plantaciones comerciales, selvas y bosques naturales.

De las diferencias que se observan, se deduce, que las especificaciones de las operaciones de abastecimiento en plantaciones forestales comerciales requieren el uso de equipos y métodos de trabajo muy distintos a los que se emplean en las operaciones de abastecimiento de bosques y selvas.

Naturalmente, al principio dicha diferencia no fue identificada o no fue tomada en cuenta y las primeras cosechas se hicieron usando las herramientas, equipos y métodos que se tuvieron disponibles en el momento y que se consideraron las más adecuadas o las más baratas. Asimismo, los primeros "corteños" u obreros forestales fueron, en la mayor parte de los casos, importados de otros estados como Michoacán y Oaxaca.

Cuadro 68. Diferencias que condicionan las operaciones de abastecimiento de materias primas forestales maderables en México. Fuente: Monreal, 2006

Diferencias	Plantaciones	Selvas	Bosques
Volumen de corta	100 ó más m^3/ha	1 ó menos m^3/ha	2–5 m^3/ha
Dimensiones de los árboles	Arboles pequeños (de 12 a 20 m de altura y 20 a 25 cm de diámetro)	Arboles muy grandes (más de 30 m de altura y 60 ó más cm de diámetro)	Arboles grandes (de 25 m de altura y 45 ó más cm de diámetro)
Peso promedio de las trozas (8 pies)	85–95 kilogramos	800–900 kilogramos	350–400 kilogramos
Topografía del terreno	Plana-Lomerío	Plana–lomerío	Accidentada a muy accidentada
Especies	Introducidas de rápido crecimiento	Nativas de lento crecimiento	Nativas de mediano crecimiento
Turno de corta	7 a 12 años	60 ó más años	40 ó más años
Clima	Cálido-húmedo	Cálido	Templado-frío

En algunos casos el abastecimiento ya se lleva a cabo en forma mecanizada, mientras que en otros se mantienen operaciones completamente manuales. Dentro de cada una de las fases que se describen a continuación se diferenciará la evolución y situación actual de las operaciones de cosecha en las principales empresas en los niveles manual, semi–mecanizado y completamente mecanizado:

Tipos, especificaciones y densidad de caminos:

La mayor parte de las plantaciones forestales comerciales se establecen en terrenos que anteriormente eran de uso ganadero extensivo y, en algunos casos agrícola extensivo, dichos predios ya contaban con caminos de uso más o menos permanente, excepto en zonas un tanto accidentadas, en donde existe la necesidad de rehabilitar los caminos ya existentes o abrir nuevos para poder establecer, manejar y cosechar las plantaciones.

De acuerdo a la FAO la densidad caminera estándar recomendable en plantaciones forestales comerciales es de 35 metros lineales por hectárea (ml/ha).

A continuación se describirán las operaciones de abastecimiento, en lo que a los caminos respecta, para tres casos típicos diferentes:

Caso Uno:

Es el caso extremo de cero planeación y casi cero mecanización, se trata de empresas que rentan la tierra y no desean invertir en infraestructura cuya vida útil sea mayor a la duración del contrato de renta, lo cual, al final de cuentas, les resulta contraproducente, ya que es muy cierta la frase que dice. "no hay madera más cara que la que no se tiene o que aquella que se tiene y no se puede disponer".
A pesar de no haber caminos en los predios recién contratados, estos fueron plantados en su totalidad, no dejando inclusive espacios para la apertura eventual de los caminos respectivos o de una brecha perimetral; se trató de las primeras plantaciones establecidas en terrenos de lomerío o medianamente accidentados, con pendientes mayores al 12 % en donde ni siquiera se preparó el terreno previamente al establecimiento de la plantación, y mucho menos se pensó en que tarde o temprano habrían de ser cosechados. Actualmente muchos de esos predios continúan sin ser cosechados a pesar de ya cumplieron el turno de corta previsto.

Hay también casos en los cuales se trató de terrenos planos pero sin caminos formales y que igual fueron plantados en su totalidad, sin brecha perimetral o con ésta, pero sin dejar ningún acceso al interior de la plantación, de tal forma que a la hora de la cosecha debieron abrirse caminos precarios, derribando y extrayendo los árboles y avanzando conforme iban quitando estos, sin tomar en cuenta el concepto de lote de plantación, de manejo y de cosecha, que hubiese implicado una red caminera cuadriculada al interior del predio, con lotes de 30 a 40 ha de plantación rodeados por caminos a los cuatro costados.

Se trata de empresas que, a pesar del tamaño de sus proyectos no cuentan con maquinaria propia para la apertura o el mantenimiento de caminos y que, eventualmente, los rentan, pero cuyas limitaciones son tales, que prácticamente las operaciones de abastecimiento se detienen o se vuelven inoperantes durante la estación de lluvias (Monreal, 2008).

No existe una densidad caminera específica pero en la mayor parte de los casos es menor a 15 ml/ha. Un caso a mencionar es FOMEX–REXCEL.

Figura 127. Camino transitable durante el periodo de secas, temporada en la cual se lleva a cabo la cosecha de plantaciones de melina. El Carmen, Campeche.

Caso dos:

Es el más común, se trata de empresas que prefieren comprar la tierra en lugar de rentarla y por lo tanto están más dispuestos a invertir en infraestructura caminera; previeron y ejecutaron la apertura de caminos de manera simultánea al establecimiento de la plantación, tanto en la periferia del predio o predios como al interior del mismo, pero que llevan a cabo el total de la cosecha durante la temporada de secas o que tienen perfectamente definidos los predios a cosechar en época de secas, de aquellos que son realmente accesibles durante la temporada de lluvias (Mápula, 2009).

Lo anterior como una estrategia para reducir los costos del mantenimiento de la red caminera pero con acceso pleno a cualquier sitio de la plantación aun cuando sea por medio de un vehículo como el tractor agrícola (Sánchez Rejón, 2008).

Son empresas que cuentan con al menos un lote de maquinaria para el mantenimiento de su red caminera. La densidad caminera promedio es de 25 a 30 ml/ha. Los casos a mencionar son PROPLANSE y Plantación Forestal entre Hermanos.

Caso tres:

Es el caso más raro, se trata de empresas con terrenos propios y además en superficies compactas mayores a 10 mil ha, con un grado de inversión tal, que cuentan con redes camineras perfectamente establecidas, inclusive en las áreas que aún no se han plantado y bien diferenciadas en caminos principales o de primer orden, secundarios o de segundo orden y brechas de saca en lotes cuya superficie plantada no excede las 30–35 ha; obviamente se trata de terrenos propios en donde incluso hay infraestructura caminera de largo plazo como alcantarillas y puentes de concreto con una vida útil igual o mayor a 20 años, así como mantenimiento constante que permite el libre tránsito en cualquier época del año.

Figura 128. Camino principal con características de camino rural de primer orden; transitable durante todo el año. Forma parte de la red caminera de una plantación de teca en proceso de establecimiento. Campeche, Campeche.

Las especificaciones de los caminos principales son similares a las de los caminos rurales de primer orden por lo que puede transitarse en ambas direcciones al mismo tiempo; todos los caminos sin excepción cuentan con cunetas en ambos lados del camino, revestimiento y amplios radios de curvatura (Fernández, 2008).

Son empresas que cuentan con maquinaria propia para la apertura y el mantenimiento de su red caminera. La densidad caminera promedio es de 40 ml/ha. El caso a mencionar es Agropecuaria Santa Genoveva, en Campeche.

Corta, descortezado y tipos de trozas

La corta o elaboración de productos es la primera fase de las actividades típicas del abastecimiento (corte, arrime, carga y transporte) o cosecha de plantaciones forestales, consiste en el derribo de una parte o del total del arbolado plantado en el área o predio a intervenir, el desrame o eliminación de ramas y copa y el troceo o elaboración de las piezas o trozas a extraer; en la mayor parte de los casos existe la necesidad de descortezar las trozas, actividad con la cual se concluye la corta.

En algunos casos la corta y el descortezado se llevan a cabo en forma mecanizada o completamente mecanizada, mientras que en otros se efectúan con herramientas manuales. Se describirá la operación de corta y descortezado en las principales empresas en los niveles manual, semi–mecanizado y completamente mecanizado:

Caso Uno (completamente manual; FOMEX-REXCEL):

El derribo se lleva a cabo con motosierra, generalmente de tamaño y potencia excedidos, con relación al diámetro promedio de los árboles, sin dirección definida de caída, en plantaciones de eucalipto con manejo cero y cosecha única a matarrasa a los siete–nueve años de edad, toda ella orientada a la producción de materias primas celulósicas en terrenos ondulados (lomeríos) o planos inundables en época de lluvias, con una gran cantidad de sotobosque y acceso limitado a la temporada de secas.

Los árboles se desraman y trocean en piezas de cuatro pies de longitud, invariablemente, en el propio sitio de derribo y allí mismo se descortezan con machete y se apilan en pilas de un m3 (aproximadamente) para efectos de medición y pago del contratista a la cuadrilla de elaboradores. El diámetro mínimo de las trozas es de 10 centímetros.

Todo el trabajo se desarrolla por parte de terceros (contratistas) cuya capacidad operativa y económica es de baja a muy baja; se paga a destajo y normalmente los trabajadores carecen de las prestaciones de ley y del equipo de protección que debieran utilizar los obreros forestales.

Una cuadrilla consta de un motosierrista y seis peladores (descortezadores), el rendimiento promedio de la cuadrilla es de 30 m3/turno de ocho horas. La mayor parte de los trabajadores son temporales y no especializados, excepto los motosierristas. El índice de accidentes de trabajo es medio-alto (Sánchez Morales, 2008).

En alguna ocasión se probó con una descortezadora mecánica que se acopla a la toma de fuerza del tractor agrícola y que da muy buen rendimiento (80 m3/turno de trabajo) pero al parecer está fuera de servicio por falta de mantenimiento.

Caso Dos (semi-mecanizado; PLANTEH–PROPLANSE–Entre Hermanos):

El derribo se lleva a cabo con motosierra, generalmente de tamaño y de potencia adecuados con relación al diámetro promedio de los árboles, se practica el derribo direccional, con o sin cuña, para lograr una dirección definida de caída y facilitar la operación posterior; el escenario son plantaciones de eucalipto con un aclareo previo, para celulósicos, al año cuatro y cosecha final a matarrasa a los ocho años de edad, para aserrío.

Se trata de terrenos planos u ondulados (lomeríos); dado que hubo un aclareo previo, el sotobosque no limita el acceso de las cuadrillas de trabajo, pero el acceso es limitado durante la temporada de lluvias.

Una vez derribados los árboles son desramados, troceados y descortezados en piezas de ocho pies de longitud con el uso de una semi-procesadora, misma que apila las trozas para que puedan ser colectadas por un remolque forestal, que las extrae hasta la orilla del camino y las transfiere a camiones rabones (de dos ejes) o a camiones "torton" (de tres ejes).

Figura 129. Obrero forestal trabajando en la cosecha de una plantación de eucalipto en Las Choapas, Veracruz. Son obreros contratados por la empresa, que cuentan con las prestaciones de ley y con el equipo de protección necesario.

Otra opción puede ser derribar y desramar los árboles y extraer el fuste completo con tractor agrícola hasta la orilla del camino, en donde los fustes más delgados se trocean y descortezan con pala descortezadora para ser cargados en tracto camión directamente a una planta de celulosa, o ser extraídos a la orilla del camino principal con un tractor agrícola equipado con remolque forestal; los fustes más gruesos se cargan como fustes completos al tracto camión y se llevan a un patio en donde se trocean y seleccionan, las trozas más delgadas se venden a SCRIBE y el resto se envían al aserradero fabrica de chapa, propios para ser procesados. El diámetro mínimo de las trozas para celulosa es de 10 centímetros y de 20 centímetros para aserrío y chapa.

Parte del trabajo se desarrolla subcontratándolo con terceros (contratistas) cuya capacidad operativa y económica es de regular a media, y parte por la propia empresa; los contratistas pagan a destajo y sus trabajadores no calificados carecen de las prestaciones de ley. La mayor parte de los obreros no utiliza equipo de protección, ya sea porque carecen del mismo o porque se niegan a usarlo y el contratista no los obliga a ello.

Para el caso en el cual las operaciones son desarrolladas directamente por la empresa, los obreros cuentan con las prestaciones de ley y utilizan el equipo de protección personal que la propia empresa les da. Este es el caso de Plantación Forestal entre Hermanos. Ocasionalmente FOMEX–REXCEL utiliza obreros propios a los que proporciona uniformes y equipo de protección.

Con cualquiera de estos sistemas de trabajo una cuadrilla consta de dos motosierristas, dos ayudantes, un operador de semi–procesadora y un operador de tractor con remolque con su ayudante; el rendimiento promedio de la cuadrilla es de 60 m3/turno de ocho horas. La mayor parte de los trabajadores son permanentes y especializados (Sánchez Morales, 2008).

Caso Tres (Completamente mecanizado; PROPLANSE–área de Huimanguillo):

El derribo, desrame, descortezado y troceo, a ocho o 16 pies, se lleva a cabo de manera simultánea con una cabeza procesadora montada sobre una excavadora, que hace las funciones de cosechadora o harvester, el operador de la máquina direcciona el derribo del árbol de acuerdo a la conveniencia de las operaciones posteriores; el escenario son plantaciones de eucalipto con un aclareo previo, para celulósicos, al año cuatro y cosecha final a matarrasa a los ocho años de edad, para aserrío.

Se trata de terrenos planos u ondulados (lomeríos), dado que hubo un aclareo previo el sotobosque no limita el acceso de la máquina, la temporada de lluvias tampoco es un factor limitante para la operación de la misma.

Figura 130. Procesadora forestal cosechando una plantación de eucalipto en Huimanguillo, Tabasco. Primera de este tipo en México, con rendimientos de hasta 120 m3 de madera en rollo elaborada y descortezada por turno de trabajo.

La misma máquina apila las trozas para que estas sean extraídas por dos remolques forestales, con grúa hidráulica de auto carga y auto descarga acoplados cada uno de ellos a un tractor agrícola de doble tracción; la capacidad de carga de cada remolque es de 8 toneladas, los remolques extraen las trozas hasta la orilla del camino y las transfieren directamente a tracto camiones con capacidad de carga de 40 m3 (plana sencilla) a 80 m3 (doble plana o full) o, en caso de no haber tracto camiones disponibles en el momento las apilan a la orilla del camino. Posteriormente la carga al tracto camión se lleva a cabo con una grúa hidráulica montada sobre excavadora.

Las trozas se envían a la planta de celulosa de SCRIBE, aunque recientemente se inició una operación de selección en la cual se separan las trozas de mayor diámetro y/o mejor calidad, y se procesan a un lado del sitio de carga con un aserradero portátil, las tablas se embarcan por separado en camiones tipo "torton".

El trabajo se desarrolla a través de un contratista cuya capacidad operativa y económica es de media a alta; el contratista paga por día trabajado y sus trabajadores cuentan con las prestaciones de ley, el salario base es bajo, pero puede elevarse considerablemente si la cuadrilla supera un cierto volumen diario de trabajo fijado en 80 m3/turno de 10 horas. La mayor parte de los obreros no utilizan equipo de protección, ya sea porque carecen del mismo o porque se niegan a usarlo y el contratista no los obliga a ello.

En este sistema, una cuadrilla consta del operador de la procesadora con su ayudante, dos operadores de tractor con remolque y grúa hidráulica, y un ayudante general, el rendimiento promedio de la cuadrilla es de 110–120 m3/turno de diez horas. La mayor parte de los trabajadores son permanentes y especializados (Riaño, 2009).

Elaboración de astillas

En la cosecha de algunas de las plantaciones se ha venido elaborado astilla limpia (sin corteza) como subproducto del aserrío o para facilitar el transporte de la materia prima destinada a la fabricación de celulosa.

Sin embargo la elaboración y embarque de astillas no es muy frecuente debido a la distancia de transporte ya que el principal cliente (SCRIBE) está ubicado en el estado de Michoacán, mientras que las plantaciones forestales comerciales en proceso de cosecha están en el Sureste del país situación que limita el abasto persistente de astilla y en ocasiones lo hace inviable.

Para el caso de La Sabana, FAPATUX ha venido siendo un mercado importante para la astilla de pino pero sigue siendo un caso de excepción. PROPLANSE cuenta con una astilladora y ha venido elaborando desde 2005 astilla proveniente de los desperdicios de su aserradero instalado en Emiliano Zapata, Tabasco, mismo que procesa las trozas de eucalipto y melina proveniente de las plantaciones de la propia empresa.
Dicha astilla se embarca hasta Morelia, Michoacán, para ser procesada por SCRIBE; también se ha embarcado astilla de melina de las plantaciones de Entre Hermanos, ubicadas en El Carmen, Campeche, pero ha sido por excepción y no de manera general ya que no es fácil encontrar transporte para el envío de astillas desde el Sureste hasta el estado de Michoacán (Mápula, 2009).

Dependiendo de las condiciones del sitio y del nivel tecnológico de las operaciones de cosecha, el arrime en plantaciones forestales puede ser directamente del sitio de cosecha a la plataforma de un tracto-camión que vaya de inmediato a una planta industrial o, bien, del sitio de cosecha a la orilla de una brecha de saca donde deberá transbordarse o cargarse en un camión rabón que a la vez la deposite en un patio, en donde vuelva a cargarse, ahora en un tracto camión u a otro transporte de gran capacidad de carga.

Arrime y carga en el monte.

El arrime y carga en monte es una fase intermedia que se lleva a cabo en plantaciones ubicadas en sitios poco accesibles o muy lejanos a los lugares a donde pueden entrar los transportes que se encargarán de llevar la madera a la industria y por lo tanto es necesario extraerla en camiones tipo rabón (de dos ejes) hasta un patio o hasta donde pueda transferirse a un tracto camión.

Caso Uno (completamente manual; FOMEX-REXCEL):

En la mayor parte de los predios la madera debe extraerse desde el sitio de la cosecha hasta los caminos principales, en donde es transferida a tracto camiones, esto se hace con el uso de cualquier medio disponible, ya sea carretas cañeras jaladas por un tractor agrícola, vehículos de tres toneladas o introduciendo un camión rabón hasta donde sea posible y el terreno lo permita. En cualquier caso la carga de la carreta o camión es completamente manual.

Caso Dos (semi-mecanizado; PROPLANSE):

Con el uso de un tractor agrícola con capacidad de arrastre de tres toneladas se extraen los fustes completos, desde el sitio de la plantación hasta el cargadero ubicado a la orilla del camino, los fustes delgados se trocean allí mismo y mediante el uso de un cargador frontal sobre ruedas, equipado con pinzas, se cargan a un tracto camión que transporta las trozas directamente a la planta de celulosa ubicada a 900 kilómetros de distancia (SCRIBE).

Los fustes gruesos se cargan completos, con el uso del mismo cargador frontal, en un tracto camión que los transporta a un patio en donde se lleva a cabo la selección de productos.

Figura 131. Tractor agrícola arrimando fustes completos de eucalipto en Balancán, Tabasco. El rendimiento promedio es de 60 m3 de madera en rollo por turno de trabajo. El tractor agrícola es un elemento muy útil en terrenos planos u ondulados.

Caso Tres (mecanizado; PROPLANSE área Huimanguillo):

Las trozas son extraídas del área de cosecha por dos remolques forestales con grúa hidráulica de auto carga y auto descarga, acoplados cada uno de ellos a un tractor agrícola de doble tracción; la capacidad de carga de cada remolque es de 8 toneladas. Los remolques extraen las trozas hasta la orilla del camino y las cargan directamente a tracto camiones con capacidad de 40 m3 (plana sencilla) a 80 m3 (doble plana o full) o, en caso de no haber tracto camiones disponibles en el momento las apilan a la orilla del camino en donde, posteriormente, son cargadas al tracto camión con una grúa hidráulica montada sobre excavadora (Mápula, 2009).

Transporte en monte

El transporte en monte consiste en el movimiento de la madera desde el camino más cercano al área de cosecha hasta un patio intermedio o incluso hasta la industria, si es que esta ubica en el propio patio intermedio como sería lo más indicado.

Caso Uno (completamente manual; FOMEX-REXCEL):

En la mayor parte de los casos el transporte en monte es realizado por camiones rabones, aunque también se han llegado a emplear carretas cañeras e incluso vehículos de tres toneladas. Todos ellos operan tanto dentro como fuera del predio, es decir, llevan a cabo tanto el arrime como el transporte en monte, en una sola etapa y no son equipos especializados para el trabajo forestal pero son con los que cuentan los contratistas (Meza, 2008).

Caso Dos y tres (semi–mecanizado y mecanizado; PROPLANSE–Entre Hermanos):

Invariablemente e independientemente de la distancia y el destino del transporte se utilizan tracto camiones con una o dos plataformas o "planas" con una capacidad de carga de hasta 40 toneladas por cada plana, ya que la red de caminos permite que estos vehículos puedan llegar prácticamente hasta la orilla del predio bajo aprovechamiento.

Por otra parte, en México aun no se utilizan vehículos especialmente diseñados para el transporte de madera en rollo en la cosecha de plantaciones forestales; la mayor parte de los volúmenes cosechados se envía al Estado de Michoacán, haciendo uso de los transportes del Servicio Público Federal.

Los proyectos que cuentan con su propia industria forestal ubicada en un sitio cercano a la plantación utilizan normalmente camiones tipo "rabón" o tipo "torton".

Figura 132. Carga y transporte en monte de melina en El Carmen, Campeche. Las trozas se trasladan a un patio, en donde son seleccionadas para separar el material celulósico del que se enviará al aserradero y fábrica de chapa de la empresa.

Descarga y operaciones en áreas de concentración intermedias

En un principio, en la mayor parte de los proyectos las operaciones de abastecimiento implicaban el transporte directamente del predio bajo aprovechamiento hasta la industria adquiriente de los productos.
A medida que los plantadores han ido estableciendo sus propias industrias se han visto en la necesidad de abrir patios de concentración con dos finalidades básicas:

- Almacenar el mayor volumen posible durante la temporada de sequía, para poder dar continuidad al flujo de transporte a lo largo de la temporada de lluvias.
- Seleccionar las trozas de mejor calidad, para procesarlas en una industria propia y con ello obtener un mayor valor agregado o bien para venderlas a un tercero a un precio diferenciado. En este caso, normalmente la ubicación del patio intermedio coincide con la ubicación de la industria propia.

Caso Uno (completamente manual; FOMEX-REXCEL):

Los camiones rabones, carretas cañeras o vehículos de tres toneladas trasladan la madera al patio intermedio, en donde la madera se coloca ordenadamente a mano en pilas de 2.5 metros de altura y 200 metros de longitud; antes del apilado se separan las trozas con diámetros mayores a 20 centímetros, siempre y cuando no estén rajadas, y se colocan por separado cubriendo ambas caras con una mezcla de sal, cal y agua.

Figura 133. Patio intermedio de almacenamiento de trozas de eucalipto para la fabricación de celulosa y papel, y tableros aglomerados. Plantación de eucalipto en Huimanguillo, Tabasco.

La madera continúa acumulándose sin por ello interrumpir el flujo directo de transporte a la industria compradora (REXCEL y SCRIBE).

Cuando se establece la temporada de lluvias y resulta imposible entrar a los predios bajo cosecha los tracto camiones son dirigidos a los patios en donde se cargan a mano; una cuadrilla de cuatro personas tarda entre cuatro y cinco horas en cargar una plataforma o una caja con aproximadamente 40 m3. Cabe mencionar que la longitud de las trozas es de cuatro pies, lo que hace posible la carga manual (Meza, 2008).

Caso Dos y tres (mecanizado; PROPLANSE y Plantación Forestal entre Hermanos):
Los camiones rabones o los tracto camiones trasladan las trozas o los fustes completos al patio, en donde las trozas destinadas a celulósicos se descargan y apilan por separado con un cargador frontal sobre ruedas, mientras que las trozas de mejor calidad y mayor diámetro se colocan, con el mismo cargador, a la entrada del aserradero, o se trasladan a la fábrica de chapa en camiones rabones, los cuales son cargados con una grúa hidráulica montada sobre un chasís de camión rabón o sobre un chasis de plataforma de tracto camión.

La madera destinada a celulósicos se carga con la grúa hidráulica en tracto camiones de doble plataforma con capacidad de hasta 40 toneladas por cada plataforma; el tiempo requerido para cargar una plataforma es de 60 a 70 minutos, dependiendo de la destreza del operador de la grúa.

Transporte al destino final

Como ya se mencionó en la parte de antecedentes, una gran parte del volumen que se cosecha en el Sureste del país (aproximadamente el 70 %) se moviliza hacia el Estado de Michoacán para abastecer una fábrica de celulosa–papel (SCRIBE) y una de tableros aglomerados (REXCEL), ello obliga al uso de vehículos con la mayor capacidad de carga posible.

Anteriormente, entre 2001 y 2005, estuvo disponible el transporte por ferrocarril y de hecho la mayor parte de los volúmenes se transportaban por ferrocarril, en vagones cerrados o vagones tipo ganadero, puesto que resultaba más barato que el transporte por carretera.

Actualmente, aunque el ferrocarril ha sido reactivado, los predios en cosecha están ubicados lejos de las vías férreas disponibles y las tarifas se han incrementado, por lo que la opción más práctica es el transporte por carretera.

Debido a que se utiliza el "flete de rebote", es decir los tracto camiones que retornan de la península de Yucatán o del Estado de Chiapas hacia el centro del país, las tarifas son ciertamente competitivas tomando en cuenta que se trata de distancias entre 900 y 1,200 kilómetros.

Se estima que en la medida en que más plantaciones entren en producción y más industrias se establezcan en el Sureste el flujo de transporte de madera en rollo deberá reducirse, en comparación con el flujo de productos intermedios o terminados (Monreal, 2006).

Figura 134. Tracto camión con doble remolque en Huimanguillo, Tabasco, cargado con 80 m3 de madera en rollo para una planta de celulosa ubicada en Morelia, Michoacán.

Descarga en el destino final

En los principales destinos (SCRIBE y REXCEL), la descarga se lleva a cabo con grúas hidráulicas montadas sobre chasis de camión rabón o con cargadores frontales que apilan las trozas en el patio de la industria. El tiempo estimado de descarga por cada plataforma de 40 minutos.

Inversiones necesarias y costos actuales

Las operaciones de abastecimiento en plantaciones forestales comerciales necesariamente requieren de inversiones muy importantes, casi equivalentes a los montos totales invertidos en la etapa pre–productiva que incluye el establecimiento y el mantenimiento de la plantación.

Lo anterior independientemente de que la cosecha se lleve a cabo subcontratándola con un tercero o que sea ejecutada directamente por la entidad plantadora.

En esta parte se describirán las inversiones a realizar y los costos involucrados en cada una de las fases del abastecimiento o cosecha.

Construcción de caminos; por tipos

El costo por concepto de caminos (apertura y/o rehabilitación o mantenimiento) está en función directa de la existencia o no de caminos previa a la adquisición de los terrenos a plantar, de la propia topografía del terreno y de las especificaciones de los caminos a construir.
En terrenos ondulados o de lomerío, cuya pendiente no exceda del 12 %, el costo por kilómetro de camino varía entre 35 mil y 50 mil pesos, dependiendo esta variación de las especificaciones; básicamente de la mayor o menor anchura de la carpeta de rodamiento, de la incorporación o no de material de revestimiento que haga posible el uso del camino a lo largo de todo el año y de la necesidad o no de construir alcantarillas, puentes o cunetas.

En terrenos accidentados, o con pendientes mayores al 12 % el costo por kilómetro de camino se duplica, pudiendo llegar a un rango de entre 70 mil y 100 mil pesos mexicanos. Cabe mencionar que esta situación no es frecuente para el caso de los proyectos de plantaciones forestales comerciales en desarrollo en México.

El costo de adquisición de un tractor sobre orugas marca Caterpillar, Modelo D–6, que es el equipo más usual para la apertura de caminos rurales en México, es de 320 mil USD, que al cambio actual ($13.21 pesos mexicanos por dólar estadounidense) serían $4´227,200.00; la vida útil de estos equipos es de 10 años. Otras marcas opcionales son: Komatsu y Allis Chalmers.

En cuanto a los costos de mantenimiento y o rehabilitación, como sería la reparación de puentes, la sustitución de alcantarillas o el tendido de material de revestimiento se considera un costo fijo por kilómetro equivalente al 10 % del costo de la apertura (Meza, 2008).

El costo de adquisición de una motoconformadora o motoniveladora sobre ruedas marca Caterpillar, Modelo 120–F, que es el equipo más usual para el mantenimiento de caminos rurales y forestales en México, lo cual incluye quitar derrumbes, rellenar deslaves, abrir cunetas y tender material de revestimiento, es de 130 mil USD, que al cambio actual mencionado, serían $1´717,300.00; la vida útil de estos equipos es de 10 años. Otras marcas opcionales son: Komatsu y Allis Chalmers.

Corta, descortezado y troceo

El costo por concepto de elaboración (derribo, desrame y troceo) más el descortezado varía entre $45.00 y $70.00 por m3, dependiendo de la región y de que la madera deba descortezarse o no, siendo el costo más alto, por supuesto el que corresponde a la madera descortezada.

El rendimiento de la corta y el descortezado va desde 30 hasta 120 m3 por turno de trabajo dependiendo de si el sistema de trabajo es desde completamente manual hasta 100 % mecanizado.
El 85 % de los casos la corta se lleva a cabo con motosierras de tamaño medio, las marcas más usuales son Husqvarna y Stilh, cuyo costo promedio es de unos $7,500.00, con una vida útil de dos años.

El 15 % restante de la corta, se lleva a cabo con una cabeza procesadora forestal marca Keslag, montada sobre el brazo hidráulico de una excavadora para construcción Caterpillar, el costo de la máquina es de unos 2.9 millones de pesos, mientras que la cabeza procesadora, importada de Finlandia, cuesta alrededor de 1.5 millones de pesos. Ambos equipos tienen una vida útil de 10 años.

Elaboración de astilla

La astilla se elabora con equipos especializados (astilladoras), los cuales pueden ser fijos o portátiles, principalmente de las marcas Farmi y Morbarck. Las astilladoras fijas se instalan en los mismos sitios en los cuales se ubica el aserradero, mientras que las astilladoras portátiles están montadas sobre ruedas y pueden moverse fácilmente, con un tractor agrícola o un camión de tres toneladas de carga, para optimizar el volumen a obtener.

El costo de una astilladora portátil varía entre $75,000.00 y $350,000.00 dependiendo de la marca y el tamaño o capacidad de la misma, con una vida útil estimada en cinco años. Una astilladora fija cuesta entre $500,000 y un millón de pesos, con una vida útil de 10 años.

El costo por elaboración de una tonelada de astilla se estima en $250.00 por tonelada aparente puesta LAB plataforma de tracto camión.

Arrime y carga en monte

Se le denomina costo por extracción y asciende a entre $45.00 y $70.00 por m3. La diferencia depende de la distancia de arrime y de las características topográficas del terreno, dentro del costo se incluye el transporte en monte, para el caso de las operaciones FOMEX-REXCEL.

El nivel de inversión para la operación de arrime o extracción puede variar desde casi cero, en el caso del arrime completamente manual, hasta varios millones de pesos en caso de que se adquiera un remolque forestal articulado pesado o forwarder.

En operaciones poco mecanizadas las trozas se extraen con camión rabón, o camión de un solo eje de tracción con capacidad de diez toneladas de carga, cuyo precio varía entre $350,000.00 y $450,000.00, para una unidad nueva con una vida útil de ocho años, aunque normalmente se utilizan vehículos muy usados, cuyo costo no rebasa los $60,000.00, pero con su capacidad original de carga reducida a la mitad, debido a que no están diseñados para transitar fuera de los caminos de terracería.

El remolque forestal, equipado con grúa hidráulica de carga y descarga, acoplado a un tractor agrícola de doble tracción, recomendable para una operación profesional de arrime, cuesta aproximadamente $250,000.00 (precio del remolque) más $420,000.00 (precio del tractor), lo que resulta en $670,000.00; dependiendo de la marca y la capacidad de carga, el precio puede llegar hasta $1´300,000.00 por el tractor más el remolque. La vida útil de estos equipos es de 10 años.

Las marcas de remolques forestales más conocidas en México son Farmi, Hudson y Nokka, y los tractores las más usuales son John Deere, Ford y Massey Ferguson.

Transporte en monte

El transporte se considera parte del costo por extracción para el caso de FOMEX – REXCEL. En otras operaciones se considera un costo fijo de $25.00/m3

Para el transporte en monte, o de monte a patio intermedio, lo más usual es el camión tipo rabón, ya descrito, cuyo precio varía entre $350,000.00 y $450,000.00 para una unidad nueva con una vida útil de ocho años;

también suelen emplearse camiones tipo torton, o de doble eje, con una capacidad de carga de 18 toneladas y un precio aproximado de $750,000.00, con una vida útil de 10 años.

Las marcas más usuales de estos camiones son Ford, Dodge y GMC, entre otros.

Descarga y operaciones en áreas de concentración intermedias

El costo por concepto de descarga y apilado en patio intermedio no se considera ya que está incluido dentro del precio que se paga por elaboración y extracción.

Las operaciones de descarga, apilado y recarga en patios de concentración intermedios requieren equipo especializado, el más usual es la grúa hidráulica montada sobre chasís de camión tipo rabón o torton. El costo de este equipo fluctúa entre $350,000.00 y $500,000.00, dependiendo del alcance y la capacidad de carga de la grúa, sin incluir el costo del camión.

Las marcas más conocidas en México son Barko, Farmi y Eurogroup, todas ellas con una vida útil de 10 años.

Transporte al destino final

El costo de transporte tiene dos componentes, el primero es la carga, misma que se paga a razón de $25.00 por m3, ya sea manual o mecanizada lo que equivale a $1,000.00 por cada plana de tracto camión con 40 m3. El segundo componente es el costo del transporte al destino final (Morelia, Michoacán) que se paga a razón de $220.00/m3, contra entrega y comprobación del volumen efectivamente recibido; se descuentan las trozas podridas o quemadas (Meza, 2008).

Para el transporte al destino final, lo más usual es el camión tipo tracto o tracto – camión, con una o dos plataformas de remolque, cuyo precio, únicamente del tractor (sin el remolque) varía entre $1´100,000.00 y $1´900,000.00 para una unidad nueva con una vida útil de diez años, con una capacidad de carga de 35 a 70 toneladas dependiendo del número de plataformas que jale.

Las marcas más usuales de estos camiones son International, Kenworth, Volvo y Freightliner, entre otros.

Descarga en el destino final

El costo por concepto de descarga no se considera ya que es una maniobra que corre a cargo del adquiriente; el costo real estimado es de $15.00/m3 y siempre se realiza de manera mecanizada.

El costo total de un m3 de madera en rollo, puesto LAB patio industrial, para el caso del material celulósico de eucalipto y de melina que consume el Grupo Papelero SCRIBE, proveniente de los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche es de unos $770.00/m3

Normalmente las industrias forestales cuentan con equipo para descargar rápidamente los camiones, independientemente del tipo que estos sean; estos equipos se utilizan de manera simultánea para apilar las trozas o fustes completos y alimentar al aserradero o industria de que se trate.

Los equipos más empleados en el destino final son los cargadores frontales sobre ruedas, que operan eficiente y

rápidamente en terrenos amplios. Su precio, para los equipos nuevos, fluctúa entre $450,000.00 y 1´100,000.00 dependiendo de su capacidad de carga. Su vida útil es de 10 años.

Las marcas más usuales de cargadores frontales son Caterpillar, John Deere, Komatsu y Case, entre otros.

Precios de venta de trozas por tipos

Aunque el costo de producción es prácticamente el mismo para cualquier longitud y diámetro de troza, el precio de venta de trocería con características de poder ser aserrado o desenrollado para chapa, puede alcanzar un valor mucho mayor.

Un m3 de madera en rollo para celulósico se cotiza en el mercado a 39 USD Libre a Bordo (LAB) de plataforma, ya que el comprador es el mismo para todos los plantadores y generalmente contrata sus volúmenes en dólares estadounidenses por lo que se considera un precio semi-fijo en función al valor de dicha moneda (Meza, 2008). En este momento equivale a $546.00, pero a los plantadores más pequeños, cuyo volumen de producción es pequeño, se les ofrecen en principio $350.00/m3 LAB de plataforma.

En cambio la misma trocería, pero de ocho pies de longitud, con un diámetro de al menos 22 centímetros, recta, sin nudos y ambas caras protegidas con pintura, sellador para madera o una mezcla de cal, con sal y agua, puede venderse por el equivalente a $600–700.00/m3 LAB de plataforma. Estas trozas se utilizan principalmente para tarima y caja de empaque, el mercado más demandante se encuentra en Chignahuapan, Puebla.
Tratándose de trozas con diámetros mayores a 30 centímetros, puede hablarse de precios LAB plataforma de hasta $800.00/m3. Estas trozas se utilizan principalmente para chapa y se han llegado a enviar hasta Parral, Chihuahua (Pérez, 2009).

Precio de venta de astillas

El precio de referencia por tonelada de astilla se ubica en $550.00 por tonelada aparente puesta LAB plataforma de tracto camión.

Recomendaciones Generales

A continuación se incluyen algunas recomendaciones de carácter general, aplicables a las operaciones de abastecimiento en todas las empresas que actualmente están llevando a cabo la cosecha de sus plantaciones forestales comerciales en México.

Estas recomendaciones, que pretenden hacer más eficiente el proceso de abastecimiento, son aplicables también para los plantadores que aún no estan en la etapa de cosecha.

Es muy importante que estas recomendaciones sean tomadas en cuenta ya que muchos de los defectos o vicios comunes durante las operaciones de abastecimiento en bosques naturales, están siendo trasladados y reproducidos en las operaciones de cosecha de las plantaciones forestales comerciales (Fragoso, 2008).

Construcción de caminos; por tipos

A pesar de la importancia que tiene los caminos forestales para el establecimiento, mantenimiento, manejo y cosecha de las plantaciones forestales comerciales, en numerosas ocasiones no se les proporciona el adecuado

mantenimiento, sobre todo cuando se trata de plantaciones establecidas en terrenos rentados y que además, por estar destinadas a la producción de materias primas celulósicas, no están sujetas a un manejo silvícola a base de aclareos, que obligue a la extracción de madera antes de la cosecha final.

Por otra parte, en la medida en que los propios dueños o usufructuarios de la tierra se involucren en el desarrollo de sus propios proyectos de plantaciones forestales que además, por estar orientados en su mayoría a la producción de madera sólida, las condiciones de sus redes camineras necesariamente deberán ir mejorando.

Las experiencias negativas que han tenido algunas empresas por no construir suficientes caminos en calidad y cantidad, en terrenos arrendados, han demostrado que de nada sirve tener los mejores árboles y crecimientos, si no hay madera disponible en el momento en que esta es requerida: no hay madera más cara que la que no se tiene. Lo anterior independientemente de los riesgos que representa el no contar con accesos adecuados al momento de intentar controlar un incendio forestal (Monreal, 2008).

Por lo anterior se recomienda:

- Priorizar el mantenimiento preventivo ya que a la larga resulta más barato y efectivo que el mantenimiento correctivo; lo anterior implica la apertura y/o el mantenimiento efectivo de cunetas, alcantarillas y puentes, así como la incorporación de revestimiento que permita el uso continuado del camino.
- Planear y construir la red caminera de cada uno de los predios desde antes del establecimiento de la plantación, ya que ha sido una práctica común llevar a cabo la preparación del terreno, establecer la plantación y olvidarse que algún día esta deberá ser cosechada, y que además, mientras tanto, se presentarán amenazas de incendios, que de no ser controlados a tiempo pueden llegar a destruir la propia plantación.
- Como parte de la planeación deberá dejarse un espacio sin plantar alrededor de la plantación, por la parte interna de la cerca perimetral. Dicho espacio, denominado brecha perimetral, deberá mantenerse limpio y transitable al menos durante la temporada de secas y formará parte de la red de caminos.

Figura 135. Camino de terracería de primer orden, con acceso y tránsito permanente en ambas direcciones en Huimanguillo, Tabasco. Este camino comunica con diversos poblados y rancherías, y recibe apoyo del municipio para su mantenimiento.

- Dentro del área plantada el diseño de la red caminera implicará dejar cuarteles o sub áreas de plantación no mayores a 40 ha delimitadas por caminos forestales por sus cuatro costados. Lo anterior permitirá una extracción o arrime mucho más eficiente.
- Las áreas o predios incluidos en el programa de abastecimiento o cosecha anual deben dividirse entre predios a cosechar, preferentemente, en periodo de secas: los más lejanos al camino principal, y en donde resulte más caro construir y mantener la red caminera, o bien los más accidentados y/o pedregosos; y predios a cosechar, preferentemente, en periodo de lluvias: los más cercanos al camino principal y aquellos en donde la topografía del terreno permita la extracción a favor de la pendiente.
- En el caso de plantaciones a cosechar ubicadas en predios separados entre sí por predios no plantados, o predios con plantaciones en proceso de desarrollo, los caminos que las unen deberán tener características de caminos rurales de primer orden.

Figura 136. Camino de extracción en una plantación de eucalipto (Eucalyptus urograndis), combinada con hule (Hevea brasiliensis) en Huimanguillo, Tabasco. La empresa "Forestales Mexicanos", tiene un nivel alto de inversión en infraestructura caminera. Nótense las cunetas a ambos lados y la incorporación de material de revestimiento.

Corta, descortezado y tipo de trozas

La corta o elaboración de productos forestales incluye, como primera acción, el derribo del arbolado, actividad en la cual el riesgo de accidentes de trabajo es extremadamente alto, debido al volumen que se cosecha por ha y a la altura media de los árboles (para el caso del eucalipto la altura promedio supera los 25 metros).

A lo anterior hay que agregar la importancia que reviste el uso de métodos de derribo direccional, que permiten un mejor aprovechamiento y una más fácil extracción de los fustes o de las trozas.

Sin embargo, la mayor parte de las empresas de plantaciones forestales comerciales en proceso de cosecha, con excepción de Plantación Forestal Entre Hermanos y Agropecuaria Santa Genoveva, parecen pasar por alto esta situación, por tal motivo es necesario hacer las siguientes recomendaciones:

- Dotar a los motosierristas del equipo de protección personal necesario y suficiente: casco de plástico resistente o aluminio con malla protectora del rostro y orejeras, pantalón o "chaparreras" con protección en ambas piernas, botas de trabajo y, para hacer más eficiente su trabajo, un cinturón porta–herramientas, con cuñas, botiquín, cinta métrica re-embobinable y compartimientos para portar el limatón y la llave de bujías.

Figura 137. Demostración del uso del equipo de trabajo de un motosierrista en una plantación de eucalipto en Agua Dulce, Veracruz. El uso del equipo es poco frecuente en las operaciones de abastecimiento en plantaciones.

- En algunas empresas era obligatorio el uso del equipo de protección personal pero, al las normas se han venido relajando, sobre todo en las empresas que utilizan los servicios de contratistas; aunque los contratos indican que el contratista es responsable único por el uso del equipo de protección "obligatorio" por parte de sus obreros, la realidad es que ni ellos se lo proporcionan, ni el obrero lo utiliza, y dado que el clima es cálido–húmedo la mayor parte del año muchos dejan de usar el casco con el pretexto de que les es incómodo su uso, sobre todo para el caso de los motosierristas provenientes de estados de clima templado–frío.

- Asimismo, el uso de métodos de trabajo mejorados, mediante el derribo direccional con el uso de cuñas, debería ser una constante para agilizar la extracción de trozas y fustes; sin embargo es raro el uso de las mismas.

- En cuanto al troceo en la mayor parte de los casos no se utiliza una medida exacta sino que se emplea una vara hechiza o se toma como referencia vaga la longitud de la barra de la motosierra o del machete cuando lo correcto sería utilizar cinta re – embobinable que permitiera un trabajo más rápido, eficiente y exacto por parte del motosierrista.

- Asimismo, para el descortezado manual debería emplearse una pala descortezadora similar a la que se utiliza para el descortezado de las trozas de pino, sin embargo, en la mayor parte de los casos se hace con machete lo que continuamente genera riesgos de accidentes.

Figura 138. Demostración de derribo direccional de eucalipto de siete años de edad en Agua Dulce, Veracruz, mediante el uso de cuñas y una palanca de seguridad, que evita que el árbol cambié su dirección al momento de su caída.

Elaboración de astillas

La elaboración de astillas es una solución práctica para el aprovechamiento completo de los residuos de cosecha y de los residuos de la industrialización inicial o aserrío, de hecho dos de las empresas plantadoras en proceso de cosecha emplean máquinas astilladoras (una fija y una portátil, respectivamente).

A pesar de ello el astillado no se ha popularizado como parte de un procedimiento normal para el uso integral del árbol o de las trozas obtenidas. Lo anterior se debe principalmente a que las tarifas para el traslado de la astilla al cliente único (Grupo Papelero SCRIBE ya que FAPATUX solo compra astilla de manera ocasional), no son competitivas y por lo tanto no es fácil conseguir el transporte de la astilla desde el Sureste del país hasta el Estado de Michoacán (Mápula, 2009).
Se espera que en el futuro, en la medida que incremente el número de industrias forestales ubicadas en el Sureste y ligadas directamente a proyectos de plantaciones forestales comerciales, se incremente la elaboración de astillas, lo que sin duda permitirá utilizar los residuos que actualmente se quedan en campo o se acumulan en los aserraderos que ya están operando.

Arrime y carga en monte

Una necesidad que poco a poco se ha venido manifestando en la cosecha de las plantaciones forestales comerciales, es la mecanización de los procesos de abastecimiento, particularmente en lo que corresponde al arrime y demás operaciones que se llevan a cabo dentro del área de corta y que implican el manejo de enormes volúmenes de corta por hectárea (entre 90 a 220 m3, dependiendo de la especie, el manejo de la plantación y el turno de corta) que deben ser extraídos en cuanto son derribados y/o elaborados, ya que de otra manera existe el riesgo de que no puedan extraerse una vez llegada la temporada de lluvias, o de que se deterioren o definitivamente se echen a perder, o de que se quemen durante la temporada de secas (Fragoso, 2008).

En este sentido, a medida que las empresas plantadoras incorporan procesos de industrialización y, por lo tanto, de agregación de valor, requieren materia prima de mejor calidad, la cual, particularmente en el caso del eucalipto, está en función al tiempo que transcurre entre el derribo del árbol y su traslado a la industria, tiempo que no debe exceder de 48 horas; por lo anterior el uso de métodos mecanizados de carga–arrime–carga en monte– transporte en monte–carga al tracto camión, son obligados para estas empresas.

Asimismo, las empresas que únicamente se dedican a proveer materia prima para fábricas de tableros, celulosa u otras industrias forestales ubicadas en el centro u occidente del país, también están, poco a poco, adoptando métodos mecanizados y de arrime y carga en monte, mucho más eficientes que los métodos manuales que habían venido utilizando inicialmente y que se han vuelto obsoletos (Monreal, 2009).

En cualquier caso, los equipos que se recomienda utilizar para el arrime y la carga en monte en las plantaciones forestales ubicadas en el sureste del país son los remolques con sistema de rodamiento tipo booguie con grúa hidráulica de auto carga y descarga, acoplados a la toma de fuerza y al sistema hidráulico de un tractor agrícola (similares al que se muestra en la Figura 5.1.17). Estos equipos son capaces de operar en cualquier época del año, preferentemente con tractores de doble tracción, y en distancias de arrime de hasta 400 metros, extrayendo de ocho a 16 m3 de madera en rollo por viaje, en forma de fustes completos (solo para los remolques de mayor capacidad) o de trozas de 8 o 16 pies de longitud.

Figura 139. Arrime o extracción con remolque forestal equipado con grúa de auto carga y descarga, acoplado a un tractor agrícola trabajando en una plantación en el norte de Oaxaca. Dependiendo de la capacidad y tamaño del remolque, el volumen de carga por viaje varía entre 8 y 16 m3 de madera en rollo.

Para el caso específico de terrenos inundables y por lo tanto muy difíciles de cosechar durante la temporada de lluvias, como los que caracterizan a la Sabana de Huimanguillo, Tabasco por ejemplo, deberían utilizarse remolques forestales completos o fordwarders, equipos que permiten extraer aún no operan en México.

Transporte en monte

Para el caso del transporte en monte, dirigido a los patios de concentración intermedios, se recomienda utilizar camiones con capacidad de al menos 16 m3 a fin de reducir los costos de flete y los costos que se derivan de la operación de almacenaje: descarga y apilado, manejo de patio y recarga.

Asimismo se recomienda, para todos los plantadores que utilizan patios intermedios en sus operaciones de abastecimiento, transportar fustes completos y hacer la selección -de productos y las operaciones subsecuentes en el patio intermedio.

Descarga y operaciones en áreas de concentración intermedias
Para estas actividades se recomienda el uso de grúas hidráulicas con radio de giro de 180 a 160 grados, montadas sobre chasis de camión de eje sencillo (camión rabón), ya que son capaces de descargar, apilar y cargar rápidamente, y además pueden trabajar de manera muy eficiente en espacios limitados.

Por razones de productividad lo más recomendables es el manejo de trozas de ocho pies o mayores dimensiones, independientemente del tipo de industria al cual se destinen.

Transporte al destino final

El transporte al destino final es más eficiente, independientemente de la distancia de que se trate, cuando se utilizan tracto camiones especializados para el transporte forestal, que disponen de grúa propia para la carga y descarga del material, y que pueden acarrear hasta cuatro remolques con capacidad de 20 m3 por remolque.

Debido a que los camiones forestales especializados, comunes en las operaciones de abastecimiento en otros países con plantaciones forestales en cosecha, aún no operan en México, se sugiere, en todo caso, el uso de tracto camiones con dos planas o remolques simples, que permiten mover hasta 40 m3 por plana. Esto permite reducir el costo del transporte, sobre todo en el caso de la madera proveniente de plantaciones y que se mueve desde el sureste hasta el centro y occidente del país.

Descarga en el destino final

Por tratarse de empresas bien establecidas, prácticamente todas las industrias que reciben madera cultivada en plantaciones cuentan con sistemas de descarga más o menos eficientes, sin embargo, es recomendable que cuenten con equipos extras o métodos alternativos de descarga cuando se acumulen los transportes o cuando el equipo normalmente utilizado este en reparación o mantenimiento (Fragoso, 2008).

Otros aspectos importantes

Existen algunos otros aspectos, íntimamente ligados a la eficiencia de las operaciones de abastecimiento en plantaciones forestales comerciales, que deberían ser tomados en cuenta.

Capacitación:

Uno de los mayores vicios que se arrastran en las operaciones de abastecimiento forestal en México, ya sea en bosques y selvas o plantaciones forestales comerciales, es la poca o nula importancia que se concede a la capacitación de los trabajadores.

En este sentido es altamente recomendable la implementación de cursos teórico–prácticos dirigidos a los obreros, particularmente a quienes se dedican a la elaboración de productos, sea que estos trabajen para un tercero o directamente para la empresa plantadora. Los temas más relevantes deberían ser los siguientes:

- Uso del equipo de seguridad personal (para todas las fases del abastecimiento)
- Uso y manejo seguro de la motosierra
- Mantenimiento preventivo y correctivo de la motosierra, incluyendo el afilado
- Técnicas de derribo, desrame y troceo

Figura 140. Obrero forestal de la empresa FOMEX, en Las Choapas, Veracruz, practicando el mantenimiento preventivo de una motosierra durante un curso de capacitación.

Diversificación de productos

Debido a su estructura homogénea y su manejo con base en aclareos pre comerciales o comerciales, las plantaciones forestales comerciales son una oportunidad inmejorable para incursionar en mercados no tradicionales como: materia prima para productos menores (palillos, lápices y abate lenguas, entre otros), tutores, postes para cerca, postes para construcción (polines), incluyendo estructuras rurales como las palapas playeras.

Por ejemplo, los postes de seis a ocho metros de longitud para la construcción de palapas playeras, llegan a alcanzar un precio equivalente pieza/volumen de hasta $2,000.00/m3, valor superior al que alcanzan las trozas de mejor calidad destinadas a la fabricación de chapa (Monreal, 2008).

Estos mercados generalmente están ubicados muy lejos de las plantaciones más desarrolladas, tienen una demanda muy alta y alcanzan precios en ocasiones más altos que los de la madera destinada a la industria del aserrío o de la chapa; son nichos de mercado que sin duda deben ser aprovechados por los plantadores forestales.

Figura 141. Transporte de postes de eucalipto para la construcción de palapas playeras. La demanda por estos productos es tan alta que los consumidores de la costa del Pacífico los traen desde las plantaciones del Golfo de México

Agregación de valor

A medida que los plantadores van iniciando el aprovechamiento de sus plantaciones, están procurando obtener mejores ingresos instalando sus propias industrias en el sitio mismo de la plantación o en áreas cercanas a las mismas.

Sin embargo, lo más recomendable para los pequeños plantadores, cuyos volúmenes no son suficientes para sostener una industria fija es la agregación de valor mediante aserraderos portátiles, que incluso puedan rentar a otros plantadores. Estos aserraderos bien pueden combinarse con astilladoras portátiles que permitan un mejor aprovechamiento de los sub productos o desperdicios del aserrío.

Figura 142. Aserradero portátil equipado con sierra circular, diseñado especialmente para el procesamiento de madera de eucalipto; trabaja acoplado a la toma de fuerza de un tractor agrícola que además sirve para trasladarlo de predio en predio.

Superficie de cosecha y producción; actual y pronosticada

La superficie de plantaciones forestales comerciales actualmente bajo aprovechamiento en cosecha final se estima en aproximadamente 1,700 hectáreas por año, de las cuales mil ha corresponden a la programación anual de cosecha de REXCEL y el resto a otros 10 proyectos. Adicionalmente PROPLANSE está aclareando 1,500 ha de melina y AGSA otras mil de teca.

La producción esperada o pronosticada para este año es de 290,000–300,000 m3 de madera en rollo; tan solo PROPLANSE podría obtener hasta 90,000 m3 adicionales este mismo año por el aclareo de 1,500 ha de melina pero demorará dos años en cortar dicho volumen debido a limitaciones en la capacidad de procesamiento de su aserradero instalado en Emiliano Zapata, Tabasco (Mápula, 2009).

Se espera que la producción proveniente de plantaciones forestales comerciales se incremente a un ritmo promedio de 25-30 mil m3 de madera en rollo por año en los próximos seis años; de 2015 en adelante se esperaría un incremento promedio anual en la producción de 50 a 60 mil m3 y de 2020 en delante de 100 mil m3 por año.

En cuanto a las empresas, se reducirá la participación de FOMEX-REXCEL en la producción de madera en rollo, debido a que la crisis económica iniciada en 2008 ha afectado sensiblemente las ventas de tableros aglomerados para construcción en el mercado del sur de los Estados Unidos, reduciendo la liquidez de la empresa, y a que deberán superar la falta de infraestructura caminera de calidad, puesto que ya fueron cosechados los predios más accesibles y faltan por cosechar los que están ubicados en sitios accidentados o lejanos o que no cuentan con caminos adecuados, y que ya cuentan con once o más años de edad, por lo cual el tamaño promedio del arbolado hace impráctica la cosecha manual (Monreal, 2009).

Asimismo se reducirá la participación de PLANTEHSA por haber interrumpido durante algunos años el establecimiento de sus plantaciones (Santos, 2008).
En cambio se incrementará notablemente la participación de AGSA, con 35–40 mil m3 por año, derivados de sucesivos aclareos, y entrarán en producción plena las plantaciones de Agroindustrial Agua Fría y un gran número de pequeños proyectos plantados con cedro rosado en los estados de Veracruz y Puebla, así como las plantaciones de PROTEAK Uno en Nayarit.
Por regiones principales
Por regiones principales se distinguen las siguientes, enlistadas en orden de importancia actual y futura (esta clasificación no necesariamente coincide con la clasificación oficial que utiliza la CONAFOR):

- ***Cuenca Industrial del Golfo de México:*** Comprende toda la planicie costera del Golfo de México, desde el centro de Veracruz hasta los estados de la Península de Yucatán; comprende también las regiones tropicales de la vertiente del Golfo ubicadas en los estados de Puebla y Oaxaca. Indudablemente es la más importante ya que aproximadamente 65% de las superficies plantadas y por plantar están ubicadas en esta región, asimismo el 95% de los volúmenes en cosecha se producen en esta zona. Sin duda seguirá siendo la más importante en el futuro.

- ***Cuenca Industrial de las Huastecas:*** Comprende la Huasteca Tamaulipeca, Potosina, Veracruzana e Hidalguense; la zona más promisoria en esta región es la zona sur del Estado de Tamaulipas y la zona que rodea a Ciudad Valles, San Luís Potosí. En esta zona se ubican el 5% de las superficies plantadas y el 10% de las superficies por plantar; las primeras plantaciones, establecidas con melina en 2003 empezaron a producir en este año en cortas de aclareo.

- ***Cuenca Industrial del Pacífico Norte:*** Incluye las planicies costeras de los estados de Sinaloa, Nayarit y Jalisco. En esta zona se ubica el 5% de las superficies plantadas y el 10% de las superficies por plantar; las primeras plantaciones establecidas con teca en 2001 empezaron a producir en cortas de aclareo en 2008 (www.proteak.com).

- ***Cuenca Industrial del Centro–Occidente:*** Incluye los estados de México, Michoacán, Guanajuato, Aguascalientes y Jalisco. Aquí se ubica el 10% de las superficies plantadas y el 10% de las superficies por plantar; las primeras plantaciones establecidas con pino y eucalipto en 2002 en Guanajuato y Michoacán y con melina en Michoacán empezarán a producir en 2010.

- ***Cuenca Industrial del Norte:*** Incluye los estados de Durango y Chihuahua, donde se concentra una gran parte de la industria forestal del país. No cuenta con proyectos de plantaciones de importancia, pero necesita empezar a desarrollarlos de inmediato.

- ***Cuenca Industrial del Soconusco:*** Incluye la planicie costera de Chiapas, desde Arriaga hasta la frontera con Guatemala. En esta región se ubica el 5% de las superficies plantadas y por plantar; las primeras plantaciones establecidas con primavera en 2000 se empezaron a cosechar en 2008.

Por tipo (s) de producto (s)

Los tipos de productos principales que se obtienen de las plantaciones forestales comerciales en México son los siguientes:

- Madera para celulosa: Aproximadamente un 50% del volumen de la madera que se cosecha cada año se destina a la fabricación de celulosa; esto se explica, en parte, porque más del 85% del volumen que actualmente se produce proviene de plantaciones de eucalipto y melina, especies consideradas como idóneas para la fabricación de celulosa y cuyo objetivo inicial fue precisamente ese.

Todo el volumen destinado a celulosa, equivalente a cerca de 150 mil m3 para este año, es adquirido por el Grupo Papelero SCRIBE, cuya planta ubicada en Cointzio, Morelia, Michoacán recibe trozas de eucalipto y melina compradas en los estados de Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Campeche, así como de sus propias plantaciones ubicadas en Guerrero. La madera proveniente de las plantaciones forestales comerciales constituye cerca del 50% del volumen de fibra virgen que consume esta fábrica al año.

Se espera que esta tendencia se mantenga o incremente ya que también adquirirá madera de cedro rosado y de pino provenientes de plantaciones ubicadas en Puebla y Guanajuato, respectivamente (Araujo, 2008).

- Madera para tablero aglomerado: Aproximadamente un 15% de la madera que se corta cada año en las plantaciones forestales comerciales se destina a la planta de tableros aglomerados de la empresa REXCEL, ubicada en Zitácuaro, Michoacán, provenientes de sus propias plantaciones ubicadas en Veracruz y Tabasco. Esta tendencia que se mantendrá en el futuro, aunque la proporción podrá incrementarse en la medida en que otras industrias que fabrican este tipo de tableros vayan empezando a adquirir madera proveniente de plantaciones, obligadas por los altos costos de la madera proveniente de bosques nativos.

- Madera para aserrío (incluye tablas en medidas comerciales para la fabricación de muebles, así como otros productos de madera escuadrada, como durmientes ferrocarrileros y polines para construcción, tabletas para pisos y tabletas para tarimas y cajas de empaque): Se estima que, al menos, un 20% de la madera que se cosecha cada año se destina a la industria del aserrío, en el entendido de que los aserraderos que procesan esta madera, sean fijos o portátiles, están ubicados en las inmediaciones de las propias plantaciones y que fueron adquiridos y/o establecidos precisamente con la finalidad de procesar la madera proveniente de ellas, por lo que cuentan con la tecnología más o menos apropiada para el procesamiento de diámetros pequeños, aunque la mayoría de la madera escuadrada que producen se transporta al centro del país para su acabado y venta.

Figura 143. Aserradero portátil de empujón utilizado para aserrar madera de aclareos en las plantaciones de teca de la empresa AGSA en Campeche. Con árboles de 4 a 5 años de edad se obtienen polines para construcción.

- Madera para chapa y tableros contrachapados: Se estima que de un 5 a un 7% de la madera que se cosecha cada año, en las plantaciones forestales comerciales en aprovechamiento, se destina a la industria de chapa y tableros contrachapados, hasta un 90% de ese volumen se procesa en la planta industrial de la empresa Forest Land que se abastece de su propia plantación de melina: Plantación Forestal entre Hermanos ubicada en Campeche (Sánchez Rejón,2008) y el resto corresponde a madera en rollo proveniente de plantaciones de eucalipto, cuyas trozas se envían, ocasionalmente a factorías ubicadas en los estados de Durango y Chihuahua para pruebas, que aún no se traducen en pedidos constantes y en volúmenes significativos (Mosqueda, 2008).

- Madera para uso directo: El volumen restante (aproximadamente 8% del total) se destina a madera para onsumo local sin procesamiento, en forma de postes para cerca, polines para cimbra, postes para palapa playera y tutores o estacones para uso agrícola.

La Industria forestal y las PFC en México

Debido a la propia naturaleza del desarrollo de las plantaciones forestales comerciales en México, a su ubicación geográfica, y a que prácticamente la mitad de la producción se destina a una sola fábrica de celulosa–papel, establecida antes de que hubiese superficies plantadas importantes (pero que gracias a la madera que recibe de las plantaciones ha podido continuar operando), la industria forestal ligada a las plantaciones se ha ido desarrollando de una manera paulatina muy lenta.

Sin embargo, puede afirmarse que esta situación cambiará de manera significativa en un plazo de unos diez años, en la medida en que las superficies plantadas en el centro y occidente del país vayan entrando en producción y más plantaciones ubicadas en el sureste vayan siendo cosechadas, lo que sin duda incentivará el establecimiento de industrias nuevas, diferentes a las tradicionales y equipadas para el procesamiento de pequeños diámetros.

Se estima que en los próximos diez años, las plantaciones comerciales demostrarán ser la única opción viable para la permanencia de la planta productiva forestal tradicional del país, ojalá para entonces no sea demasiado tarde.

Antecedentes mundiales

Las primeras industrias ligadas al desarrollo de las plantaciones forestales comerciales se establecieron en Brasil en la década de los años veinte del siglo pasado; se trataba de plantas dedicadas a la fabricación de acero para lo cual utilizaban como fuente de energía la madera de eucalipto. Posteriormente fue la industria de la celulosa la que encontró en el eucalipto su mejor fuente de materia prima.

En la década de los sesenta, con la puesta en marcha del primer programa de subsidios, la superficie plantada creció exponencialmente, con lo cual también lo hicieron las industrias ligadas a las plantaciones, como fue el caso de las dedicadas a la fabricación de celulosa y papel, mismas que establecieron plantas modernas que actualmente producen la mayor parte de la celulosa de alta calidad del mundo, es decir la destinada a la fabricación de papeles de escritura e impresión (papel Bond).

Asimismo, a partir de la década de los ochenta empezaron a establecerse plantaciones de pino (Pinus elliotii y P. taeda), que actualmente ya están en producción y han convertido a Brasil en el principal exportador de madera aserrada y tableros contrachapados de pino a Europa.

En Brasil, a pesar de la existencia de la selva Amazónica, el 90% de la madera destinada a la industria proviene de plantaciones establecidas exprofeso (ABIMCI, 2004).

Otro caso de éxito y competitividad se dio en Chile con el establecimiento de una industria forestal moderna y eficiente destinada a la fabricación de productos de madera sólida de alta calidad y de celulosa, a partir de plantaciones establecidas con Pino radiata (Pinus radiata) y eucalipto (Eucalyptus globulus) en la década de los setenta del siglo pasado. El 92% de la madera que se procesa en Chile proviene de plantaciones forestales comerciales (CONAF, 2003).

Mención aparte merece el caso de Uruguay, en donde el desarrollo de 600 mil hectáreas de plantaciones de pino y eucalipto a partir de la década de los setenta del siglo XX, trajo consigo el establecimiento de las dos plantas de celulosa y papel más modernas del mundo, amén de los aserraderos y plantas de chapa y contrachapado que ya existían, todos ellos dependientes al 100% de la madera proveniente de las plantaciones forestales comerciales, puesto que el país carece de bosques naturales (MINAB, 2007).

En Costa Rica prácticamente no existían industrias forestales antes de que hubiese plantaciones forestales en producción, de las cuales depende la totalidad de los aserraderos y factorías del país (MINAE, 2007).

Desarrollo histórico de la industria forestal relacionada con las PFC

Una de las razones históricas por las cuales las plantaciones forestales comerciales, y la industria que depende de ellas, se están desarrollando más lentamente en México, en comparación a otros países como Uruguay o Costa Rica, puede atribuirse a que en nuestro país aún existen, en teoría, amplios volúmenes de madera en rollo disponibles en los bosques nativos, lo cual hace dudar a los potenciales inversionistas acerca de la conveniencia de establecer plantaciones forestales.

Particularmente reticentes son los dueños de las industrias forestales establecidas en estados como Durango o Chihuahua, acostumbrados a abastecerse de los bosques de pino y no habituados a trabajar con otras especies, para ellos desconocidas, como el eucalipto y la melina.

Otra situación que dificulta una liga directa entre la actual planta productiva forestal nacional y las plantaciones forestales comerciales es su ubicación geográfica. Casi todas las plantaciones, en desarrollo y/o en aprovechamiento, se ubican en estados que prácticamente no cuentan con industrias forestales, con excepción de la que se ha establecido para procesar la madera de las plantaciones, mientras que el grueso de las industrias forestales se ubican en estados que no cuentan con plantaciones, ni con las condiciones más propicias para su desarrollo (con la clara excepción del Estado de Michoacán, que cuenta con más de 80 mil ha de terrenos de alta productividad para especies de rápido crecimiento en la zona de Nueva Italia), amén de que el equipo y maquinaria con la cual procesan la madera no es el más adecuado para trabajar con trozas de diámetros menores, como las que se obtienen de las plantaciones (Monreal, 2009).

Aún así, poco a poco los dueños de las industrias forestales privadas más importantes se han ido convenciendo, por una parte, de que la madera proveniente de plantaciones resulta ser más económica, aunque deban traerla desde muy lejos, como es el caso de la planta de celulosa–papel que se ubica en Morelia, y por la otra, de la necesidad de desarrollar sus propias plantaciones, aunque para ello deban hacerlo en el sureste y no en sus propios estados (Araujo,2008).

Por otra parte, empiezan ya a desarrollarse expectativas de proyectos de cierta importancia en los estados de Durango y Chihuahua, en terrenos ejidales, actualmente abandonados, que suman decenas de miles de hectáreas.

Históricamente, la primera industria forestal mexicana en consumir madera proveniente de plantaciones fue la planta de tableros de fibra de la empresa FIBRACEL, que contaba con plantaciones de eucalipto y otras especies en la Huasteca Potosina; empresa que fue cerrada hace casi diez años, precisamente por falta de materia prima.

Posteriormente FAPATUX, hacia la segunda mitad de la década de los ochenta, inició a procesar madera para la fabricación de papel periódico proveniente de sus plantaciones de Pino Caribe en el norte de Oaxaca.

Iniciando la actual década REXCEL adquiere las plantaciones de eucalipto establecidas por PLANFOSUR en Veracruz y Tabasco, para abastecer parcialmente el consumo de su planta de tableros aglomerados ubicada en Zitácuaro, Michoacán y lo sigue haciendo a la fecha a pesar de una distancia de transporte de mil kilómetros en promedio. La mayor parte del volumen que se cosecha en dichas plantaciones es adquirido por la planta de celulosa–papel del Grupo Papelero SCRIBE, ubicada en Morelia, Michoacán; esto significa que las dos más

grandes industrias forestales de dicho estado continúan operando gracias a que complementan su consumo anual de materia prima con madera proveniente de plantaciones forestales comerciales.

En 2001 otra empresa, PETROCAM, actualmente Plantación Forestal entre Hermanos, cuyo aserradero y fábrica de chapa (prácticamente cerrados desde hacía algunos años) se abastecían de madera proveniente de selvas, adquirió el proyecto de plantaciones de melina de la empresa SMURFIT Cartón y Papel de México, originalmente establecido para la fabricación de celulosa, y lo destinó durante algunos años a la operación de su caduca industria, hasta que entre 2005 y 2007 adquirió una planta de chapa y contrachapado de última generación, proveniente de Brasil, que hoy le permiten producir muebles de melina de primera calidad bajo diseño exclusivo.

En 2005 PROPLANSE, una vez adquiridas las plantaciones de eucalipto establecidas por Desarrollo Forestal entre 1994 y 1999, inició la operación de un aserradero fijo con tres líneas de producción en Emiliano Zapata, Tabasco; aunque el equipo utilizado no era moderno, si cumple con las especificaciones para trabajar con los diámetros promedio que se obtienen de las plantaciones (se trata de un aserradero que estuvo operando brevemente en Michoacán aprovechando madera de bosques nativos de pino, hasta que fue cerrado por falta de materia prima (Mápula, 2009).

A partir de allí la historia ya es actual.

Industria actual especializada para PFC en México; ubicación y capacidad instalada

Hoy en día existen ya algunas industrias cuya operación se basa, exclusivamente, en la transformación de madera proveniente de plantaciones forestales comerciales, que fueron establecidas precisamente con ese objetivo y por lo tanto están ubicadas en los sitios en donde se ubican las plantaciones de las cuales se abastecen o muy cerca de ellas.

Actualmente esta planta industrial especializada asciende a tres aserraderos fijos, siete aserraderos portátiles, una planta de chapa y contrachapado, una fábrica de pisos y tres talleres de fabricación de tarimas industriales; estas industrias, con excepción de las dedicadas al armado de tarimas y a la fabricación de pisos, están ubicadas en los mismos sitios donde están establecidas las plantaciones (Monreal, 2009).

Adelante, en el Cuadro 69., se incluye la información detallada relativa a cada una de estas industrias.

Figura 144. Aserradero de la empresa SERESFO en Zapata, Tabasco. Se abastece con madera de eucalipto y melina, procesando unos 30 mil m3 de madera en rollo por año. El proyecto de plantaciones SERESFO–PROPLANSE-RESER proporciona más de 200 empleos permanentes, entre directos e indirectos.

Cuadro 69. Industrias forestales que trabajan exclusivamente con madera de plantaciones forestales comerciales. Fuente: Investigación directa con empresas de plantaciones que se encuentran en fase de cosecha o aprovechamiento.

Nombre de la industria	Tipo de industria y capacidad instalada	Ubicación	Observaciones
SERESFO (Servicios Especiales Forestales)–PROPLANSE (Promotora de Plantaciones del Sureste)	Aserradero con tres líneas de producción; 20 mil pies - tabla por turno (equivalente a 100 m^3 de madera en rollo). Procesa madera de eucalipto y de melina	Emiliano Zapata, Tabasco	Es filial del grupo Industria Madereras Reser, S. A. de C. V. (www.reser.com.mx). Cuenta con 4,500 ha de plantaciones de eucalipto, melina, teca, cedro rojo y ceiba en Zapata y Balancán, Tabasco
FOREST LAND	Aserradero y fábrica de chapa, contrachapados y muebles. Capacidad instalada 10 mil pies tabla por turno (equivalentes a 50 m^3 de madera en rollo). Procesa madera de melina	Escárcega y Campeche, Campeche	Es filial de Plantación Forestal entre Hermanos. Cuenta con 1,800 ha de plantaciones de melina en El Carmen, Campeche
PROTEAK Uno	Aserradero y planta de maquinado capacidad instalada de 5 mil pies tabla por turno. Procesa madera de teca	Tepic, Nayarit.	(www.proteak.com). Cuenta con 2 mil ha de plantaciones de teca en San Blas, Nayarit
Rancho El Chaparral y Agro Industrial Agua Fría	Cuatro aserraderos portátiles; capacidad instalada promedio de 2 mil 500 pies tabla por turno para cada uno. Procesa madera de melina	Juchique de Ferrer, Veracruz	Cuenta con siete mil ha de plantaciones de melina y teca en Juchique de Ferrer y Rodríguez Clara, Veracruz, así como en Sabancuy, Campeche
Agropecuaria Santa Genoveva (AGSA)	Dos aserraderos portátiles; capacidad instalada promedio de 2 mil pies tabla por turno para cada uno. Procesa madera de aclareos de teca	Campeche, Campeche (Rancho AGSA)	Cuenta con siete mil ha de plantaciones de teca en Campeche, Campeche
Reforesta Mexicana	Un aserradero portátil, capacidad instalada mil pies tabla por turno. Procesa madera de aclareos de teca	Las Choapas, Veracruz	Cuenta con mil ha de plantaciones de teca en Las Choapas, Veracruz
Reser–San Juan del Río	Fábrica de tarimas industriales de eucalipto y melina, con una capacidad de 200 tarimas por turno	San Juan del Río, Querétaro	Es filial del grupo Industria Madereras Reser, S. A. de C. V. (www.reser.com.mx)
Reser–Parque Industrial Toluca 2000	Fábrica de pisos y lambrines de eucalipto con una capacidad de mil m^2 por turno	Toluca, Estado de México	Es filial del grupo Industria Madereras Reser, S. A. de C. V. (www.reser.com.mx)

Asimismo, existen otras industrias que complementan, en mayor o menor grado, sus necesidades de materia prima con madera proveniente de plantaciones forestales comerciales. En Cuadro 70., se muestra el listado respectivo, con las características y la ubicación de las industrias.

Cuadro 70. Industrias forestales que trabajan parcialmente con madera proveniente de plantaciones forestales comerciales. Fuente: Investigación directa con empresas de plantaciones que se encuentran

Nombre de la industria	Tipo de industria y capacidad instalada	Ubicación	Observaciones
REXCEL–Planta Vikingo	Fábrica de tableros aglomerados con un consumo de 250 mil m³/año	Zitácuaro, Michoacán	El 15% del consumo anual corresponde a madera de plantaciones de eucalipto
Grupo Papelero SCRIBE–Planta Morelia	Fábrica de celulosa y papel con un consumo de 350 mil m³/año (fibra virgen)	Morelia, Michoacán	Entre el 45 y el 50% del consumo anual corresponde a madera de plantaciones de eucalipto, melina y otras especies
Fábricas de Papel Tuxtepec	Fábrica de celulosa y papel con un consumo de 200 mil m³/año (fibra virgen)	Tuxtepec, Oaxaca	El 10% del consumo anual corresponde a madera de plantaciones de pino y eucalipto
Tarimas y Empaques Cravioto	Fábrica de tarimas y cajas de empaque con una capacidad de 100 tarimas y 300 cajas por turno	Chignahuapan, Puebla	Entre el 30 y el 40% del consumo anual corresponde a madera de plantaciones de hule y eucalipto

Pronóstico de crecimiento y necesidades de abasto

Se estima que la planta industrial especializada para el aprovechamiento de madera proveniente de plantaciones forestales comerciales crecerá en un 200%, en cuanto a capacidad instalada, en los próximos diez años, una vez que el volumen promedio de producción anual alcance entre 700 mil y 750 mil m3/año.

Por ejemplo, es de esperarse que el aserradero de SERESFO–PROPLANSE pueda procesar el doble del volumen que actualmente procesa (de 29,000 m3 de madera en rollo por año, pasaría a 58,000 m3), mediante un doble turno de trabajo o del crecimiento de la capacidad instalada, puesto que el desarrollo de nuevas plantaciones obligará, invariablemente, al procesamiento de volúmenes mayores.

Figura 145. Área de almacenamiento de producto terminado. Aserradero de SERESFO en Emiliano Zapata, Tabasco. Se trata de duela que se envía para su acabado una planta del grupo, ubicada en Toluca, Estado de México.

Asimismo, SCRIBE ha manifestado su intención de priorizar el consumo de madera de eucalipto y melina, porque estas especies tienen un buen rendimiento, ya probado, en el proceso de pulpeo, previo a la fabricación de celulosa.

Adicionalmente se instalarán nuevas industrias, siendo la de mayor importancia una planta de chapa y contrachapados que establecerá AGSA en el año 2012 en el rancho donde se ubican sus plantaciones de teca, con un consumo anual estimado de 100 mil m3 de madera en rollo por año, que para 2019 llegaría a 200 mil m3/año (Fernández, 2009).

Finalmente, REXCEL se ha involucrado en un programa de establecimiento de 1,500 ha de eucalipto por año a partir de 2008, con la doble finalidad de restituir su patrimonio forestal y rescatar su nivel de producción de madera en rollo por año para llevarlo a 150 mil m3/año hacia 2014 y con la intención de instalar la primera planta de tableros MDF en México hacia el año 2017-2019, para la cual requeriría alrededor de 300 mil m3 de madera en rollo por año, mismos que estaría en condiciones de producir hacia 2016 (Pérez, 2009).

Recomendaciones generales

Las recomendaciones para el establecimiento y/o desarrollo de subsecuentes industrias forestales en México, que sean capaces de abastecerse de plantaciones forestales comerciales son las siguientes:

- Paciencia: Es un proceso que se va a ir dando poco a poco, conforme las plantaciones establecidas vayan entrando en producción.

- Prever el futuro: Los inversionistas potenciales deberían ir pensando en establecer, o planear el establecimiento de industrias en el sureste del país y en los demás sitios en donde en los próximos diez años habrá plantaciones en producción. Dicha información deberá considerarse como estratégica.

- Iniciar con aserraderos o industrias de baja capacidad, en particular con aserraderos portátiles, e irlas sustituyendo por aserraderos fijos y otro tipo de industrias, como plantas de chapa y contrachapado que proporcionan productos de alto valor agregado.

- Los industriales con plantas importantes en los estados de Durango y Chihuahua, deberán ir pensando seriamente en moverse hacia el sureste del país dentro de los próximos diez años, particularmente hacia los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche.

- Definitivamente hacia el año 2025, al menos el 50% de la producción de madera en rollo del país se obtendrá de las plantaciones forestales comerciales, por lo cual la mitad de las actuales industrias debería emigrar hacia el centro y sureste del país.

4.5.2. NECESIDADES DE SUPERFICIE Y ESPECIES DE PFC PARA CUBRIR LA DEMANDA INSATISFECHA DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES.

Producción y consumo de productos forestales maderables

Las cifras publicadas en los Anuarios Estadísticos de la Producción Forestal indican que México es un país deficitario en productos forestales maderables. Considerando los datos de los Anuarios, desde 1995 hasta 2004, se observa un consumo aparente mayor a la producción forestal, con el consecuente saldo deficitario de productos forestales (el consumo aparente se calcula restando las exportaciones de la suma de producción e importaciones). Aún dentro de lo constante de este comportamiento deficitario de la balanza comercial, es posible distinguir dos situaciones diferentes. La primera abarca de 1996 a 2000, período en el que el déficit se mantiene sin variaciones fuertes, en torno a los 5 o 6 millones de metros cúbicos rollo (m3r) por año. Esto se debe a que, a pesar de un incremento constante en las importaciones, la producción nacional forestal también mantuvo una tendencia creciente. Una segunda etapa inicia a partir de 2001, año en que la producción disminuye y mantiene una tendencia decreciente hasta 2004. Esto, al coincidir con un aumento considerable en las importaciones, provocó que las diferencias entre producción y consumo aumentaran considerablemente, ubicándose en alrededor de 20 millones de m3r durante 2002 y 2003 y de 15 millones de m3r en 2004 (Figura 145).

En promedio, durante el período considerado, la producción forestal maderable fue de 7.7 millones de m3r, mientras que el consumo aparente fue de 18 millones de m3r; es decir, la producción permitió cubrir menos del 50% del consumo nacional de productos forestales. Igualmente, es posible distinguir dos períodos diferentes en este análisis. A pesar de un aumento notable en las exportaciones de productos forestales durante los años 2003 y 2004, la caída en la producción forestal, aunada a un incremento de hasta tres veces en las importaciones de 2002 y 2003 con respecto a los niveles del período 1996-2000, provocó un aumento notorio en el consumo aparente de productos forestales en México. Así, durante el período 1996-2000 la producción nacional permitió satisfacer hasta el 60% del consumo de productos forestales, mientras que durante los años 2002-2004 apenas representó el 25-30% del consumo (Cuadro 71).

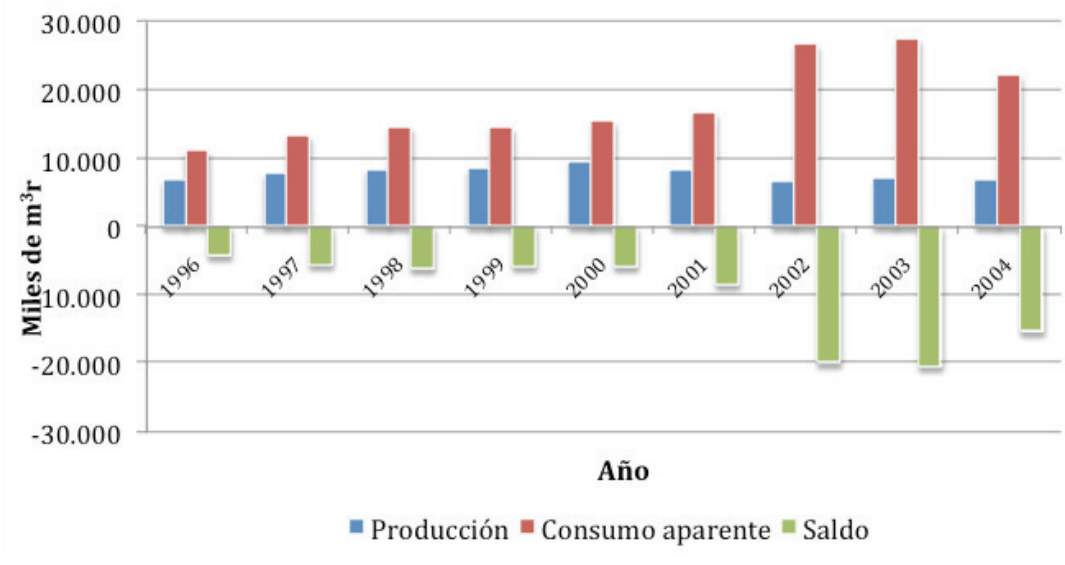


Figura 146. Producción, consumo aparente y saldo (diferencia entre producción y consumo aparente) de productos forestales en México de 1996 a 2004.

Cuadro 71. Balanza comercial y consumo aparente de productos forestales maderables (miles de m3r) en México de 1996 a 2004.

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo aparente	Producción/Consumo (%)
1996	6.844	5.134	820	11.159	61,33
1997	7.712	6.320	694	13.337	57,82
1998	8.331	6.717	518	14.530	57,34
1999	8.497	6.482	606	14.373	59,12
2000	9.430	6.517	603	15.344	61,46
2001	8.125	9.015	474	16.666	48,75
2002	6.665	20.452	445	26.672	24,99
2003	6.997	22.629	2.094	27.531	25,41
2004	6.719	18.180	2.769	22.129	30,36

Estos datos contemplan diferentes tipos de productos forestales maderables, los cuales pueden clasificarse en madera en rollo (también denominada como postes, morillos y pilotes en los Anuarios Estadísticos), escuadría y otras manufacturas, celulósicos, chapa y tableros (chapa y triplay en los Anuarios), y combustibles (leña y carbón). No se contempla la información sobre papel, dado que en su elaboración interviene material celulósico tanto importado como de producción nacional, lo que dificulta su contabilidad.

De las anteriores categorías de productos, las que contribuyen más al déficit en materia forestal son los celulósicos y la escuadría, si bien el comportamiento en la balanza comercial ha sido muy diferente entre ambas categorías (Figura 146).

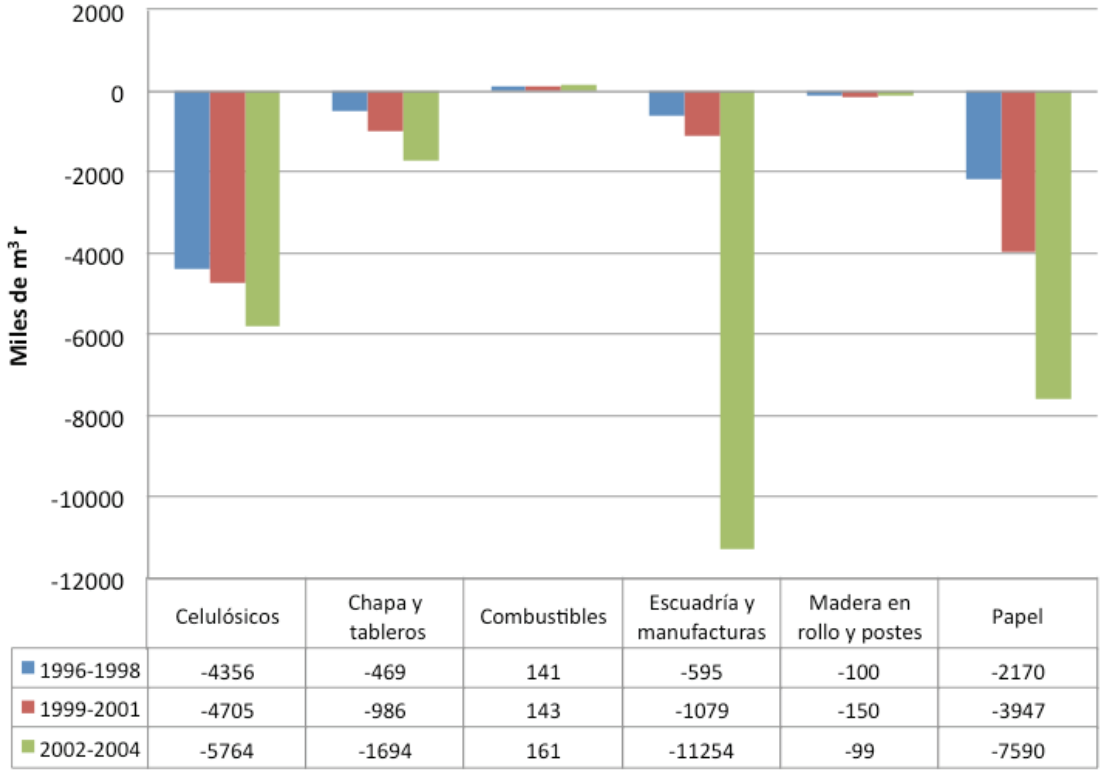


Figura 147. Balanza comercial (exportaciones menos importaciones) de productos forestales (los datos representan promedios de tres años).

Históricamente, la mayor contribución al déficit ha sido debida a los celulósicos, con un promedio de 5 millones de m3r cada año. El déficit en escuadría, se mantuvo en un promedio anual de menos de un millón de m3r hasta 2001, pero de 2002 a 2004 el déficit fue de un promedio de 11 millones cada año, lo que significa un promedio de 4.3 millones de m3r durante el período de nueve años. La balanza comercial en tableros y chapas, así como en madera en rollo, también es deficitaria. La única categoría de productos que se comporta de manera superavitaria es la de combustibles, aunque el superávit en leña y carbón es de poca magnitud, pues con un promedio de apenas 150 mil m3r por año de superavit, representa el 1.5% del total de la balanza comercial.

Demanda insatisfecha

En resumen, el déficit en productos forestales maderables en México durante los años 1996-2004 fue, en promedio, de 10 millones de m3r anuales. Dado el comportamiento atípico de los años 2002 al 2004, es difícil establecer una tendencia en la evolución de la balanza comercial forestal en México en los próximos años. Sin embargo, para los propósitos de este estudio, se asumirá que para el 2025, el déficit en la balanza comercial se ubicará entre 10 y 15 millones de m3r. Se utiliza el año 2025, por tratarse de la fecha utilizada en la mayoría de las proyecciones en la presente evaluación, en concordancia con los escenarios planteados en el PEF 2025. También para este estudio, el déficit en la balanza comercial de productos forestales maderables se considera como la demanda insatisfecha.

Necesidades de materia prima

Las necesidades de materia prima para 2025 se calculan bajo dos escenarios posibles (Cuadro 72). Los dos escenarios son los supuestos de que, tal como se prevé en el párrafo anterior, el déficit será de 10 (escenario 1) o de 15 millones de m3r (escenario 2). Se consideran los cuatro tipos de productos que son deficitarios en la balanza comercial, asumiendo que el comercio de leña y carbón seguirá siendo superavitario y que, por lo tanto, esa demanda ya se encuentra cubierta. Sin embargo, más adelante se tratará nuevamente el asunto de la leña y el carbón.

Cuadro 72. Necesidades de materia prima forestal maderable (m3r) para el año 2025 en México.

Tipo de productos	Déficit 1996-2004	Déficit previsto 2025		Coeficiente de conversión	Necesidades de materia prima en 2025	
		Escenario 1	**Escenario 2**		Escenario 1	Escenario 2
Celulósicos	5	5	7.5	1	5	7.5
Escuadría	4.3	4.3	6.5	2	8.6	13
Chapa y tableros	1	1	1.5	2	2	3
Madera en rollo	0.15	0.15	.22	1	0.15	0.22
TOTAL	**10.45**	**10.45**	**15.72**	--	**15.75**	**23.72**

También se asume que las proporciones en que cada tipo de productos contribuyó al déficit en la balanza comercial durante el período 1996-2004 se mantendrá en el horizonte hacia el 2025. Por ello, el déficit previsto en el escenario 1 es igual a al déficit 1996-2004 y en el escenario 2 se mantiene la misma proporción para pasar de un déficit de 10 millones de m3r a 15 millones de m3r. Ahora bien, estas cifras reflejan la cantidad final de productos, a la cual es necesario aplicar diferentes coeficientes de conversión que permitan conocer la cantidad de materia prima (madera en rollo) que es necesario producir. Para este estudio, se asume que el coeficiente de conversión para madera en rollo y para celulósicos es de 1, aún a sabiendas de que siempre habrá pérdidas en

el proceso debidas a corteza, puntas y ramas. Para escuadría y chapa y tableros, se considera un coeficiente de conversión promedio de 2, lo que implica que para producir una unidad de estos productos, se necesita el doble de madera en rollo. Bajo estas consideraciones, las cantidades de materia prima necesarias para satisfacer la demanda de productos maderables en el 2025, se ubican entre 16 y 24 millones de m3r (Cuadro 72).

Superficie requerida

Al igual que en otras partes de la presente evaluación, se consideraron las siguientes seis especies: eucalipto, melina, teca, cedro, caoba y pino. Se utilizó la ecuación de Chapman-Richards para predecir el crecimiento y el rendimiento que es posible obtener para dichas especies. Con base en un modelo de distribución de productos, se determinó que la mitad de la producción de eucalipto y melina puede utilizarse para escuadría y tableros y la mitad restante para celulosa. Las otras cuatro especies se destinan únicamente a escuadría y tableros.

Posteriormente se realizaron simulaciones con un programa desarrollado en Excel para determinar el crecimiento y rendimiento hasta el 2025 en la superficie actualmente plantada con las seis especies consideradas. Se asumió que esta superficie se incrementará en una forma proporcional a la que actualmente está plantado con cada especie. Así, se determinó que la superficie necesaria para satisfacer las necesidades de materia prima bajo el escenario 2 es de 3.6 millones de ha (Cuadro 73).

Cuadro 73. Superficie requerida (miles de ha) para satisfacer las necesidades de materia prima (miles de m3r).

	Necesidades de materia prima			superficie
Especie	Celulósicos	Escuadría	Total	requerida
Melina	1000	1000	2000	300
Eucalipto	6500	6500	13000	1671
Teca	0	2500	2500	500
Cedro	0	1220	1220	305
Caoba	0	2000	2000	400
Pino	0	3000	3000	429
Total	**7500**	**16220**	**23720**	**3605**

4.5.3. SUSTENTABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES.

Conceptos del rendimiento sostenido

Los recursos naturales renovables como los bosques naturales, su vegetación en general y fauna silvestre (acuática y terrestre) se caracterizan porque al cosechar una unidad de ellos, su inventario se reduce en la misma unidad extraída aunado a una tasa de crecimiento o renovación. Por ejemplo, en un bosque sujeto a aprovechamiento a perpetuidad la tasa de extracción es igual a la tasa de renovación. Si la tasa de cosecha supera la tasa de regeneración, el bosque tenderá a disminuir hasta agotarse. Contrariamente, si la tasa de cosecha es menor a la tasa de regeneración, el inventario tenderá a crecer hasta saturarse. Por tanto, cuando los bosques son sometidos a un aprovechamiento, el reto para los administradores o responsables de su manejo es estimar la tasa de renovación y así conocer su propiedad de regeneración.

Para predecir la evolución de los recursos naturales de interés, regular su inventario y determinar el volumen a extraer, se recurre con frecuencia a modelos matemáticos. A través estos se puede predecir y analizar el comportamiento del recurso así como su evolución ante determinados escenarios de intervención. Lo anterior

se practicó en poblaciones de peces y se pudo apreciar que cuando se incrementaban los esfuerzos de captura se llegaba a un nivel máximo de captura compatible con la conservación del inventario de peces. A este nivel máximo se le llamó máximo rendimiento sostenible (MRS). Consecuentemente, la pesca debería ser regulada de manera de no sobrepasar el nivel del MRS (Clark, 1990). Sin embargo, el MRS tiene algunas limitaciones en los aspectos biológicos y socioeconómicos. Desde el punto de vista biológico, la palabra rendimiento es ambigua sobre todo cuando se cosechan poblaciones o especies ecológicamente interdependientes debido a que es prácticamente imposible obtener el máximo rendimiento de manera separada. Por tal motivo, se sugiere emplear un método de estandarización. Consecuentemente, el producto a cosechar dependerá del sistema de ponderación usado. Por tanto, el concepto de MRS debería modificarse al introducir estas consideraciones. La palabra sostenible también es biológicamente problemática. Por ejemplo, las poblaciones grandes de peces están sujetas a variaciones impredecibles. En poblaciones grandes es factible de obtener rendimientos elevados, sin embargo, los rendimientos no son sostenibles cuando las poblaciones son pequeñas.

Desde el punto de vista económico el concepto de MRS también incluye implicaciones importantes. El concepto solamente analiza superficialmente a los beneficios del aprovechamiento o extracción de los recursos, ignorando completamente el lado de los costos para el análisis beneficio/costo. Lo anterior significa que el concepto de MRS no es útil en el aprovechamiento de los recursos renovables debido a que es improbable que en cualquier caso una política de cosecha de MRS proporcione un óptimo económico. Por otro lado, el uso óptimo de los recursos naturales renovables desde el punto de vista de aprovechamiento, puede quedar lejos de ser "óptimo" socialmente. Por tanto, es importante reconocer que las políticas de manejo orientadas a alcanzar el MRS casi siempre crean dificultades acerca de lo irrelevante del concepto económico. En resumen, el MRS incluye solamente criterios biológicos y no considera los aspectos económicos y sociales. Sirve como una referencia únicamente para conocer la capacidad productiva del sitio y niveles máximos de cosecha biofísica temporal.

Rendimiento sostenible vs sustentabilidad económica

El rendimiento sostenido y la sustentabilidad son aspectos diferentes. El primero implica la renovabilidad del recurso biótico y ésta es intrínseca del mismo y no de la actividad humana. El segundo se refiere a la relación entre los grupos o comunidades humanas con la naturaleza. Es decir, a la condición particular de los niveles de uso de tales recursos por la sociedad.

Debido a que las leyes de oferta y demanda de mercado no son las que regulan los recursos, ha sido necesario generar y aplicar políticas regulatorias. De tal forma que el concepto sustentable emergió bajo ese contexto. La idea implica un cambio de mentalidad de la sociedad para que todas sus acciones reconozcan y acepten los límites de la capacidad de renovación de los recursos. La sustentabilidad es considerada como un paradigma o modelo a seguir y así evitar que se agoten los recursos naturales bajo aprovechamiento, sobre todo bajo criterios independientes de maximización biofísica, económica o social podrían poner en riesgo su permanencia.

El concepto de sustentabilidad fue propuesto internacionalmente por el Informe Brundtland en 1997 como esfuerzo por integrar la dimensión ambiental al desarrollo social y económico. De acuerdo a Goodland (2002) los cuatro tipos de sustentabilidad son: Humana, social, económica y ambiental. Es importante reconocer que cada tipo es diferente y que no se deberían enfocar de manera conjunta, aunque puede existir una sobreposición entre éstos. Los especialistas de cada campo, científicos sociales, economistas y biofísicos, pueden estudiar de manera independiente estos cuatro tipos de sustentabilidad.

Particularmente la sustentabilidad económica no implica solamente alcanzar el crecimiento económico anualmente. Implica entender que el crecimiento económico es solamente sustentable si simultáneamente

mejora la calidad de vida y el ambiente. De acuerdo a Goodland (2002), la sustentabilidad económica debería incluir los aspectos siguientes:

- El capital económico debería de ser mantenido constante o intacto. A veces esto se logra pero con intereses del capital económico lo que puede afectar al capital natural.

- El capital económico y manufacturado es substituible. En la actualidad existe un exceso de capital manufacturado tales como aserraderos, barcos pesqueros, y otros que disminuyen los niveles de inventario de los bosques y peces, respectivamente.
- La economía raramente se preocupa por el capital natural (e.g., bosques intactos y aire puro). Los criterios económicos tradicionales sobre asignación y eficiencia deben de ser complementados por un tercer criterio que es la escala. El criterio de escala espacial, temporal y humana restringe el crecimiento.
- La economía valora recursos y actividades en términos económicos. Sin embargo, para valorar términos tales como capital natural, intangibles, lo intergeneracional y recursos de acceso común como el aire y los parques públicos se enfrenta a problemas tales como la tasa de descuento, riesgo e incertidumbre.

Rentabilidad y sustentabilidad económica en plantaciones forestales

Desde el punto de vista económico, una plantación forestal comercial es una empresa donde se organizan factores de producción (e.g., capital, tierra, trabajo y experiencia empresarial) para la obtención de productos a través de un proceso de producción. El objetivo principal de la empresa es la maximización de utilidades económicas netas, aunque ésta pudiera tener otros objetivos tales como atraer mercados cautivos, generación o innovación de nuevos productos, mejoras en su tecnología, entre otros (González et al., 1990).

Desde el punto de vista de los ingresos obtenidos existen empresas públicas y empresas privadas. Las primeras maximizan las ganancias sociales y el bienestar social de las comunidades humanas en el área de influencia de la plantación. En contraste, las segundas tienden a maximizar utilidades financieras. Debido al carácter de la empresa o plantación forestal cuyo enfoque y actuación es semejante al de una empresa privada, este documento hace caso omiso de la empresa pública. Bajo este contexto, la pregunta que los administradores o manejadores de las plantaciones comerciales tienen que responder es ¿Cuándo deben cosecharse los árboles en una plantación comercial de manera que se puedan maximizar las ganancias netas? y por tanto, la determinación de la edad de rotación o cosecha constituye una de las interrogantes fundamentales en el manejo de las plantaciones comerciales (Pearse, 1990; Azqueta y Ferreiro, 1994).

Para fines maderables y económicos, existen cuatro criterios para determinar la edad de rotación o turno forestal (Newman, 1989): (1) máximo valor neto presente (VNP) para una sola rotación; (2) máximo VNP para una serie infinita de rotaciones; (3) máximos ingresos netos anualizados y (4) máxima tasa interna de retorno (TIR). Una descripción detallada de cada uno de ellos y de trabajos relacionados puede ser encontrada en Romero (1997) y Telles (2006). Sin embargo, el problema se vuelve más complejo cuando se desea determinar la edad óptima de cosecha bajo el enfoque de uso múltiple; por ej., producción de madera-captación de agua, madera-biodiversidad, madera-forraje, madera-escenarios recreacionales, madera-captura de carbono o combinaciones de las anteriores. Al respecto, diversos autores como Nguyen (1979), Bowes (1983), Strang (1983), Romero et al. (1998), Koskela et al. (2004), Campbell y Jennings (2004) y Telles et al., (2007) examinan los cambios en la edad de rotación al incorporar valores no maderables como son: agua, fauna silvestre para caza, diversidad

faunística, conservación de suelo, estética visual, cultivo de peces, conservación de la biodiversidad, captura de carbono, entre otros. Actualmente, se continúa generando conocimiento sobre estos aspectos.

La edad de la rotación óptima y máximo rendimiento sostenido (MRS), no son sinónimos de la sustentabilidad económica en plantaciones comerciales. Contrario a los bosques naturales, las plantaciones forestales comerciales son monocultivos (análogos a cultivos agrícolas) que pueden reducir la biodiversidad e impactan a los componentes biofísicos de los ecosistemas (e.g., cambios de uso del suelo) y socioeconómicos de las comunidades aledañas. Consecuentemente, la interrogante que surge es: ¿Cómo alcanzar o medir el grado de sustentabilidad económica en plantaciones forestales? Es decir, ¿Cómo mantener la producción rentable y cuidar el ambiente al mismo tiempo?. Estas interrogantes se han planteado en foros internacionales y los resultados han sido protocolos de evaluación de la sustentabilidad basados en criterios e indicadores específicos, los cuales se comentan en el siguiente apartado.

Evaluación de la sustentabilidad en sistemas forestales

Las plantaciones forestales con fines comerciales son sistemas de manejo muy intensivo los cuales siempre han causado polémica respecto a su sustentabilidad. El rendimiento sostenido es un concepto que no difiere mucho del manejo forestal sustentable (MFS), el cual puede definirse como "El uso y manejo de los bosques y las tierras forestales de tal manera que mantengan su biodiversidad, su productividad, su capacidad de regeneración, su vitalidad y su potencialidad para proporcionar, ahora y en el futuro, sus funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes, a los niveles local, nacional y global, y que además no se causen daños a otros ecosistemas" (MCPFE, 2000).

Para cumplir con ciertos requisitos que garanticen la sustentabilidad de las plantaciones se han propuesto diferentes esquemas en el mundo, pero los antecedentes de dichos esquemas tiene sus origen en la reunión de la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992), en la que con la adopción de los documentos: "Principios Forestales" y "Combate a la Desforestación", varios gobiernos acordaron la formulación de normas para el desarrollo sustentable y la conservación de los bosques. Como resultado, muchos países han tomado mayor conciencia sobre la necesidad de establecer una definición común del manejo forestal sustentable (MFS) y de desarrollar instrumentos que permitan evaluar los progresos logrados, generándose el nacimiento de gran número de grupos multinacionales, conocidos como "Procesos", para desarrollar y adoptar a los criterios e indicadores de MFS, como los instrumentos para definir y evaluar al MFS. En general existe coincidencia en la utilización de criterios e indicadores, aunque algunos grupos incluyen un nivel superior conocido como de principios y uno inferior a los indicadores, denominado de verificadores. Una definición de términos importantes empleados en los criterios de sustentabilidad escomo se indica a continuación:
Principio: Es una verdad o ley fundamental que en este caso provee del marco primario necesario para manejar los bosques de una manera sustentable.

Criterio: Es una categoría de condiciones o procesos mediante los cuales puede evaluarse el MFS de los bosques. Un criterio puede caracterizarse por un grupo de indicadores relacionados.

Indicador: Es un atributo cuantitativo, cualitativo o descriptivo, que cuando es medido o descrito periódicamente demuestra cambios o tendencias.

Verificador: Constituye la fuente de datos o de información que sirve específicamente para medir o caracterizar a un indicador o proporciona un valor de referencia.

En una reunión internacional, en Roma en 1995 se propusieron a nivel global los criterios:

1. Extensión de los recursos forestales
2. Diversidad biológica
3. Salud y vitalidad de los bosques
4. Funciones productivas de los bosques
5. Funciones de protección de los bosques
6. Necesidades y beneficios socioeconómicos, y
7. Marco jurídico, normativo e institucional

Sin embargo, el trabajo en las reuniones de "Procesos" ha sido muy dinámico y México terminó siendo parte del Proceso de Montreal. Un grupo integrado por: Argentina, Australia, Canadá, Chile, China, Estados Unidos, Federación Rusa, Japón, México, Nueva Zelanda, República de Corea, y Uruguay. En este grupo se concentra 60% de los bosques del mundo, 45% del comercio mundial de madera y productos maderables y 35% de la población del planeta. Los representantes del grupo han trabajado sobre Criterios e Indicadores para la Conservación y Manejo Sustentable de los Bosques Templados y Boreales. Los siete criterios adoptados por el Grupo son:

1. Conservación de la diversidad biológica (Con 7 indicadores)
2. Mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales (5)
3. Mantenimiento de la sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales (3)
4. Conservación y mantenimiento de los recursos de suelo y agua (8)
5. Mantenimiento de la contribución de los bosques al ciclo global del Carbono (3)
6. Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos de largo plazo para cubrir las necesidades de la sociedad
7. Marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable de los bosques.

En 2005 se realizó un taller participativo en Tulancingo, Hidalgo, patrocinado por la WWF y desarrollado por el Colegio de Postgraduados, con la misión de desarrollar criterios e indicadores a nivel de Unidad de Manejo Forestal (UMF), dentro del marco del Proceso de Montreal. Participaron 23 Profesionales de 11 estados y del Distrito Federal y se seleccionaron siete criterios (que corresponden a los de Montreal) y 61 indicadores aplicables a nivel de UMF, estos últimos se dividieron a su vez en un conjunto mínimo (43 indicadores), el cual se considera como fácil de evaluar, por la existencia de datos o sus características, y otro ampliado (18 indicadores), que se consideró importante pero para los cuales se tiene que generar investigación a mediano y largo plazos (Fierros, 2008).

Es importante mencionar que para proponer criterios de sustentabilidad en manejo forestal se deben tomar en cuenta varios factores como el tipo de bosque (templado, tropical, vegetación de zonas áridas), tipo de sistema (Vegetación Natural o Plantaciones comerciales) y el entorno local. Dependiendo de los factores en cuestión, algunos criterio e indicadores podrán aplicar o no, o bien el orden o peso que estos tengan será diferente.

Lo ideal es hacer una selección de criterios e indicadores de sustentabilidad a nivel local para un sistema determinado. Aunque esta es una labor ardua, en el caso de México ya se han realizado trabajos específicos de para plantaciones comerciales de eucalipto (Rivera et. al., 2008). En el trabajo de Rivera (2008) se hizo una selección de los criterios e indicadores propuestos por el Centro de Investigaciones Forestales, identificando 25 criterios y 82 indicadores aplicables a las plantaciones forestales comerciales de eucalipto (Cuadro 74). Aunque estos resultados no deben simplemente trasladarse a otros sistemas productivos de México, si representan un punto de partida para asegurar que el establecimiento de plantaciones forestales en México tome un rumbo hacia la sustentabilidad.

La identificación de criterios e indicadores de sustentabilidad va mas allá de asegurar simplemente el rendimiento sostenido ya que son la base para los procesos de certificación internacional los cuales abre posibilidades en el mercado mundial de los productos forestales. La aplicación de criterios e indicadores requiere mayor difusión y apoyo de la investigación ya que en muchos países no se aplican por desconocimiento o por falta de validación de resultados en su uso (Wijewardana, 2008).

Cuadro 74. Criterios para plantaciones forestales comerciales de eucalipto que aplican a las condiciones de México (Rivera et al., 2008).

Criterio	Descripción
1	Se mantiene la sanidad y vitalidad del ecosistema
2	Se conserva y se mantiene el agua y el suelo
3	Existen recursos económicos necesarios para el manejo sustentable de la plantación
4	Existen leyes y normas que regulan las plantaciones forestales comerciales
5	La empresa forestal apoya el manejo sustentable de las plantaciones
6	Existe capacidad para llevar a cabo y aplicar investigación para el manejo forestal
7	Las plantaciones se establecen sobre la base de un título de propiedad de la tierra o acuerdos de arrendamiento
8	Existen incentivos para las plantaciones
9	Existe una distribución razonable de los beneficios económicos de la plantación
10	Los habitantes de comunidades cercanas a la plantación tienen oportunidad de empleo y mejoramiento de su calidad de vida
11	Se favorece la capacitación de todos los participantes
12	Los actores sociales locales conocen el uso y beneficio de las plantaciones forestales
13	Existen mecanismos eficaces de comunicación entre los interesados directos en la plantación
14	Se dispone de un plan de manejo forestal
15	Hay capacidad para introducir cambios en los planes de manejo de las plantaciones forestales
16	El uso de la tierra para plantaciones garantiza el manejo a largo plazo
17	El proyecto se somete a auditorias independientes
18	Se mantiene la capacidad productiva de las plantaciones
19	Se favorece la producción diversificada de otros bienes y servicios de la plantación
20	Se tiene rentabilidad financiera en la empresa
21	Se tiene estabilidad en la empresa
22	Se protege la inversión
23	Se desarrollan y retienen recursos humanos, técnicos y profesionales
24	Se reconoce la importancia de la salud y la integridad física de los trabajadores
25	Se considera el impacto que tienen las plantaciones en la salud de comunidades aledañas

Aspectos ambientales de las plantaciones forestales

Como un sistema productivo, las plantaciones forestales además abastecer las necesidades mundiales de productos maderables, ofrecen también algunos aspectos favorables para el entorno ambiental (Savill y Evans, 1986; Evans, 1992; FAO, 2006). Las plantaciones crecen sustancialmente más rápido que los boques naturales, especialmente cuando se manejan genotipos de rápido crecimiento. Por ejemplo, las plantaciones en el trópico pueden crecer a una tasa de 10 veces que los bosques nativos en el trópico (Kanoswski et al., 1992; Hagler, 1996). Esto significa que los productos asociados a la madera pueden cosecharse en menos tiempo (i.e., las edades de rotación son más cortas) y menos área forestal se requiere para producir una misma cantidad de madera (Hardcastle, 1999).

Las plantaciones producen árboles de mayor uniformidad en áreas reducidas, lo que significa menores costos de cosecha, transporte y conversión en otros productos, mayor producción y calidad de algunos productos. Hay una gran flexibilidad en el tipo de tierra usada para plantaciones y la tierra que puede ser convenientemente localizada cerca de las fuerzas de trabajo y de infraestructura tales como facilidades para la conversión o fabricación de subproductos forestales. Frecuentemente se destinan a plantaciones tierras abandonadas y degradadas (tales como tierras anteriormente agrícolas) o bien terrenos de uso pecuario cuyo rendimiento ya no económicamente viable, de tal manera que se abren nuevas posibilidades de producción y empleos.

Por ser un sistema establecido por el hombre las plantaciones siempre tienen un impacto en el lugar donde se le establece. Sin embargo, el impacto de las plantaciones puede ser negativo o positivo dependiendo de los conocimientos técnicos previo del lugar del establecimiento, las especies y la claridad de los objetivos para establecerlas. Desafortunadamente, cuando se documenta una experiencia sobre efectos negativos de una plantación la tendencia de generalizar los casos es lo más común y la desacreditación de un sistema o especie se hace irresistible para grupos de ambientalista mal informados. Un caso muy conocido es lo que ha ocurrido con algunas especies de eucalipto.

Winjum y Schroeder (1997) realizaron una revisión amplia y presentan un resumen de los impactos de las plantaciones forestales en términos ambientales (Cuadro 2). Otros beneficio ambientales del las plantaciones forestales son su función como estabilizadores del suelo para reducir la erosión y aumentar la calidad del agua, proveer barreras rompe vientos, recuperar sitios industriales abandonados, como sería de la minería, y además secuestrar o capturar carbono, almacenándolo, para reducir el calentamiento global. (Savill y Evans, 1986; Evans, 1992; FAO, 2006; Hardcastle, 1999):
Los bosques naturales o repoblados como son las plantaciones influyen sobre el clima a diferentes escalas al reflejar hacia la atmósfera menos calor que otros tipos de uso de la tierra con suelos más desnudos y menos cubierta verde. En el plano local, tanto en ciudades como en el campo, los árboles dan sombra y absorben el calor, produciendo un efecto refrescante. Durante la estación fría detienen, filtran y desvían el viento, dando lugar a la sensación de frío. Las barreras rompe vientos de árboles pueden reducir las pérdidas por evaporación de pequeños estanques. Estas funciones de reducción de la velocidad del viento, moderación de la temperatura del suelo y aumento de la humedad relativa son también beneficiosas en los sistemas agroforestales (Vergara y Briones, 1987).

Las plantaciones son efectivas para reducir la erosión eólica. Los sistemas de cortavientos y cinturones protectores reducen la pérdida de la capa superior del suelo rica en nutrientes y protegen las plantas jóvenes contra el viento en su zona de influencia. También estabilizan las dunas. Un uso amplio de las reforestaciones han sido como

barreras contra la salinización y se han plantado árboles resistentes a la sal a lo largo de costas expuestas al viento para proteger cultivos e incluso infraestructura de comunicación y asentamientos urbanos (FAO, 2006).

Las plantaciones como filtros contra la contaminación del aire. Los árboles juegan un papel valioso al interceptar y retener partículas aerotransportadas (en la medida en que la misma contaminación daña a ellos mismos, por lo que se puede reforestar con árboles resistentes a estos contaminantes). Este es uno de los beneficios de los bosques urbanos y los cinturones verdes proveen. El polvo, cenizas, polen y humo que perjudican la salud humana y la visibilidad pueden ser removidos de la atmósfera con ayuda de las plantaciones para ser lavados al suelo después de la lluvia.

Como resguardo de recursos hídricos las plantaciones las plantaciones protegen el agua reduciendo la erosión superficial y la sedimentación, filtrando los contaminantes del agua, regulando la escorrentía, moderando las inundaciones, y propiciando las precipitaciones en zonas de alta nubosidad (por ejemplo los 'bosques mesófilos de montaña en México). En cuanto a las inundaciones, las plantaciones reducen la velocidad y caudal de las avenidas después de lluvias de alta intensidad, y estos beneficios son mayores si la cubierta forestal incluye estrato arbóreo y sotobosque (Hamilton y King, 1983). Sin embargo, las plantaciones intensivas deben manejarse adecuadas para evitar compactación del suelo, que reduzca la infiltración del agua (Hardcastle, 1999).

Los bosques mesófilos de montaña desempeñan un papel especial de protección respecto a los recursos hídricos; captan la humedad de la niebla en su movimiento horizontal en zonas de nubes persistentes trasportadas por el viento. Esta captura de agua y la baja evapotranspiración de los bosques mesófilos añaden agua a la cuenca hidrográfica, además de la recibida por precipitaciones verticales normales (FAo, 2006), por lo que las reforestaciones en estas zonas podrán beneficiar tanto este aspecto como el productivo, ya que estas áreas son de alta productividad.

Las plantaciones tienen una gran influencia sobre el cambio climático, principalmente por su capacidad de abatir el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera. Cuando los bosques crecen, absorben carbono presente en la atmósfera y éste queda almacenado en la madera, las hojas y en las raíces. Los bosques (al igual que los océanos) están considerados como "sumideros de carbono" por su capacidad de absorber y almacenar carbono durante largos periodos de tiempo. Éste carbono queda atrapado en los ecosistemas forestales, aunque los incendios pueden hacer que el carbono vuelva de nuevo a la atmósfera en horas o días (GreenFacts, 2007).

Las reforestaciones y plantaciones pueden servir para incrementar el número de individuos de especies en peligro de extinción, especialmente cuando estas especies tienen un valor económico notable. Por ejemplo, en México, Pinus chiapensis Andersen por su tasa de crecimiento notable tiene seguramente más individuos plantados en los estados de Veracruz y Puebla, que en rodales naturales de esos estados, asimismo sucede con Pinus cariabea var. hondurensis, donde sólo se ubica una pequeña población en el estado de Quintana Roo, con importante repoblación en la Sabana, Oaxaca. Plantaciones comerciales de Taxus globosa Schltdl. para generar Taxol, sustancia útil en el combate de ciertos canceres entre ellos el cérvico uterino; la especie se encuentra en peligro de extinción, habitando solo en pequeña poblaciones, por lo que su repoblación por vías artificiales podría incrementar notablemente su número y además incrementar su diversidad genética intrapoblacional, al intercambiar genes entre poblaciones que ahora se encuentra aisladas entre sí.

Con relación a biodiversidad, se ha criticado mucho a las plantaciones por su falta de biodiversidad, lo cual es muy cierto en algunas plantaciones en ambientes tropicales (Hardcastle, 1999). Especialmente es más atacado cuando las plantaciones se utilizan especies exóticas como es el caso de Eucalyptus en el sureste. Sin embargo, estudios en la región del Sabana en Oaxaca indican que la diversidad de flora es alta en el sotobosque de plantaciones de eucalipto, además que en algunos algunas herbáceas de la plantación son las mismas que se presentan en áreas naturales de la selva alta perennifolia (Oros, 2008). Las plantaciones con mezcla de muchas especies son altamente costosas en su manejo. De hecho, la reducción de la diversidad dependerá de que había antes de establecer las plantaciones; en el caso de tierras abandonadas por la agricultura o ganadería y degradadas, las plantaciones ofrecen abrigo a muchas especies pioneras en el sotobosque y fauna (Hardcastle, 1999; Cruz-Lara et al., 2004). Por otro lado el sacrificio de ciertas áreas para plantaciones monoespecíficas puede mitigar el impacto sobre los bosques naturales de amplia diversidad.

Todas estas ventajas en su conjunto significan que las plantaciones pueden jugar un papel importante para lograr las meta de cubrir la demanda creciente de productos forestales (se ha estimado que aumente esta demanda en un 50% en los próximos 20 años) y por tanto, se puede reducir el impacto sobre los bosques de repoblación natural al tratar de obtener esa madera u otros productos. Bajo criterios razonables, la cantidad de superficie a estar bajo plantaciones forestales que son necesarias para cubrir la demanda de madera industrial podría ser al menos del 5% de la superficie forestal total del planeta (Sedjo y Botkin, 1997). Por ejemplo, solo el 1% del área forestal de Brasil y Zambia corresponde a plantaciones, y aún así ellas abastecen el 50% de los productos industriales forestales de esos países. Similarmente, las plantaciones de Chile y Nueva Zelanda ocupan el 16% del área forestal total y producen el 95% de su producción maderable nacional (FAO, 1995b).

La alta eficiencia de las plantaciones puede reducir el impacto total ambiental de la actividad forestal ya que menos área forestal es necesaria para obtener la meta global de productos forestales. Por tanto, realizar plantaciones es una forma de reducir la presión y conservar nuestros bosques naturales. Más aún, es importante disipar la idea de que las plantaciones son una causa de deforestación. Más bien, la mayoría de los terrenos deforestados en países en desarrollo se convierte para otros usos y menos del 1% termina siendo para uso forestal a través de plantaciones (FAO, 1995a). En nuestro país no es la excepción, donde grandes áreas forestales fueron desmontadas para uso agrícola y pecuario, recordar las políticas de los años 1950´s. Más aún las grandes empresas plantadoras en el país se han establecido en áreas donde las actividades agropecuarias no están siendo rentables actualmente o bien han reducido su fertilidad por el abatimiento natural que provocan esas actividades de uso intenso de recursos.

Aunque las plantaciones tienen la desventaja de una biodiversidad estos sistemas productivos son algunas veces la única solución para proveer de bienes sociales y valores económicos a las comunidades rurales. En la última década, ha habido un aumento en el reconocimiento de que las plantaciones y otros tipos de bosques deben ser apropiadamente manejados para obtener una producción sostenible por muchas rotaciones.

Cuadro 75. Efectos ambientales probables de las plantaciones forestales comerciales.		
Tipo de Efecto	Forma del Efecto	Proceso, aspecto o atributo relacionado
(+) Contribuyen a la calidad ambiental	Restaurando o manteniendo los ciclos biogeo-químicos	• Fertilidad del Suelo e incremento de materia orgánica • Removiendo contaminación por minas
	Estabilizando el suelo y reduciendo la erosión	• Disminución de escurrimiento superficial • Infiltración • Estabilidad de estructura • Cortinas rompe vientos
	Favoreciendo la biodiversidad (Animal y vegetal)	• Proveen un hábitat específico
	Fijando carbono	• Acumulación de biomasa
	Mejorando el microclima	• Atenúan la transferencia de energía
	Mejorando el paisaje en lugares de escasa vegetación	• Amplían las áreas verdes del paisaje
	Reduciendo la presión de la deforestación	• Diseño de plantaciones para absto local
	Protegiendo las cuencas	• Aumentan el efecto de cobertura
	Filtrando contaminación del suelo y aire	• El dosel y mantillo actúan como filtros
(+) Mejoran la productividad	Incrementando la tasa de producción primaria neta	• Rendimientos altos en superficies pequeñas
	Acelerando la sucesión secundaria	• Favorecen el regreso de especies nativas
	Maximizando la producción con especies aptas para el uso del suelo	• Uso eficiente del potencial productivo
	Combinando sistemas agrícolas y forestales	• Se pueden alternar con la producción de alimentos
(-) Riesgos de un monocultivo	Ataque de Plagas y enfermedades	• Los sistemas homogéneos son propensos
	Vulnerabilidad a eventos meteorológicos	• Menor resistencia a la fuerza del viento
	Reducción de la biodiversidad	• Uso de pocas especies
	Invasión de ecosistemas adjuntos	• Las especies exóticas pueden establecerse en áreas naturales
(-) Reducción de la productividad	Manejo intensivo y turnos cortos	• Se reduce la fertilidad y humedad del suelo en turnos cortos
	Prácticas de labranza	• Perturbación de la estructura y densidad del suelo
	Contaminación química	• Adición de químicos al suelo
Adaptado de Winjum y Schroeder (1997)		

4.6. LITERATURA CITADA

ABIMCI. 2004. Mercado de Produtos Florestais: Tendencias e perspectivas para o Brasil. In: Documentos 2004 de la Asociación Brasileña de la Industria de la Madera Procesada Mecánicamente. www.abimci.com.br.

Aguirre-Salado C.A., J.R. Valdez-Lazalde, G. Ángeles-Pérez, H.M. de los Santos-Posadas, R. Haapanen y A.L. Aguirre-Salado. 2009. Mapeo de carbono arbóreo aéreo en bosques manejados de Pinus patula en Hidalgo, México. Agrociencia 43(2) 209-220.

AMPF Sección Distrito Federal. Leyes forestales de México 1926-1992. 1996. México. 131 p.

Andréassinan, V. 2004. Waters and forest: from historical controversy to scientific debate. Journal of Hydrology 291:1-27.

Arriaga M., V., V. Cervantes G. y A. Vargas M. 1994. Manual de reforestación con especies nativas. Instituto Nacional de Ecología, UNAM, SEDESOL, México D.F. 219 p.

Argentina. Ley Nacional n° 13.273. http://www.misiones.gov.ar/ecologia/Todo/Bosques/Bosques%20nativos/Legislacion/LEY%20N%C2%BA%2013273.htm Revisada el 1 de julio de 2009.

Araujo H., M. 2008. Comentarios personales. Gerente Forestal del Grupo Papelero SCRIBE. Morelia, Michoacán.

Azqueta, D. y A. Ferreiro. 1994. Análisis Económico y Gestión de Recursos Naturales. Alianza Editorial. Madrid, España. pp: 181-191.

Bonilla B., R. y F. Carrillo A. 1985. Desarrollo histórico, situación actual y perspectiva del establecimiento de plantaciones. In: Tercera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Memoria. México, D. F. Agosto de 1984. INIF. Publicación Esp. No. 48. pp: 531-560.

Borgo B., G. 1958. Notas preliminares sobre la introducción del género Eucalyptus en la Huasteca Potosina. Conferencia sustentada en la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 21 de Julio de 1958. 9 p.

Bosch, J.M. and J.D. Hewlett. 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of Hydrology 55: 3-23.

Bowes, M.D. 1983. Economics foundation of public forestland management. Discussion paper D-104. Resources for the future. Washington, D.C.

Bravo M., A. 2007. Estimación maderable y evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales de cedro y caoba en Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado Forestal, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 86 p.

Caballero D., M. 1996. La Actividad Forestal en México, Volumen I. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 180 p.

Caballero D., M. 2005. La cambiante legislación forestal Mexicana. Forestal XXI (México) 8(2-3):15-16.

Caballero D., M., A.M. Fierros G. y S. Fernández C. 2006. Diagnóstico de la investigación y el desarrollo tecnológico forestal en México. Manuscrito inédito. 190 p.

Cámara de Diputados. 1970. Ley Forestal. Código Forestal. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. México. 1384 p.

Campbell, H.F. and S.M. Jennings. 2004. Non-timber values and the optimal forest rotation: An application to the southern forest of Tasmania. The Economic Record 80(251): 387-393.

Capó A., M.A. 2001. Establecimiento de plantaciones forestales; los ingredientes del éxito. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. 207 p.

Carballo Z., C.A. 1994. Proyectos de plantaciones forestales en México: Evaluación financiera y económica. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 107 p.

Carlstein Quiñones, R.M. 2008. El Sector forestal en la Región. XII. Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ciencias Forestales. Asunción, Praguay. 16/OCT./2008. 5 p. pdf.

Chile. Decreto de Ley No. 701 sobre Fomento Forestal. http://www.conaf.cl/?seccion_id=3d4bac20fc88d1224e515d943105e650&unidad=10& . Revisada el 9 de julio de 2009.

Clark, C.W. 1990. Mathematical Bioeconomics: The optimal management of renewable resources. 2nd. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. pp: 1-8.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. 1999. Ley Federal de Derechos. México. [En línea] Disponible en: http://www.cna.gob.mx.

CONAF. 2003. Estadísticas de recursos forestales de

bosques nativos y plantaciones en estadísticas de los recursos naturales. Corporación Nacional Forestal de Chile. (www.conaf.gob.cl).

CONAFOR. 2004. Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN). Manual del Usuario. 63 p

CONAFOR. 2006a. Revista electrónica "México Forestal" No. 34 de la CONAFOR. Revisada el 9 de mayo de 2009.

CONAFOR. 2006b. Revista electrónica "México Forestal". No. 43. (Del 15 al 28 de agosto de 2006).

CONAFOR. 2008. Programa Institucional CONAFOR 2007-2012. Zapopan, Jalisco. 52 p.

CONAFOR. 2009. Página electrónica de la CONAFOR. Plantaciones Forestales Comerciales.(http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=45&Itemid=145). Revisada el 15 de mayo de 2009.

CONAFOR-SEMARNAT. 2008. Programa Institucional 2007-2012, Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. www.conafort.gob.mx/normateca

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 2000. Editores Mexicanos Unidos, S. A. México. 158 p.

Croke, J., and M. Nethery. 2006. Modeling runoff and soil erosion in logged forests: Scope and application of some existing models. Catena 67 (2006): 35–49.

Cruz Lara, L. E., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo, y N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva median de las cañadas de la selva lacandona, Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana 20: 63-81.

Cruz Román, J.A. 2009. Comentarios personales. Gerente de Reforesta Mexicana. Las Choapas, Veracruz.

Cuevas-García, X. 1998. Predicción del rendimiento de Swietenia macrophylla King (Caoba) en plantaciones forestales. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 114 p.

De Pina, R. 2000. Diccionario de Derecho. Porrúa, S. A, México. 355 p.

Desmet, P., T.A. Quine and G. Govers. 1996. An improved cesium-137 calibration model to evaluate the relative importance of tillage erosion. Journal of Soil and Water Conservation 52(4):306.

Diario Oficial de la Federación. 2003. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de apoyos del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN). 26 de marzo de 2003. Segunda Sección. 23 p.

Diario Oficial de la Federación. 2004. Acuerdo por el que se modifican diversas disposiciones del que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de apoyos del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) publicado el 26 de marzo de 2003. 15 de julio de 2004. Primera Sección. pp: 16-21.

Diario Oficial de la Federación. 2006. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal. 16 de febrero de 2006. Tercera Sección. pp: 111-130.

Enters,T., P.B. Durst y C. Brown. 2003. ¿Cómo promover las plantaciones forestales? Incentivos para la arboricultura en Asia y el Pacífico in Rentabilizar los bosques. FAO, UNASYLVA 54 (212). Revista electrónica http://www.fao.org/docrep/005/y4744s/y4744s03.htm

Escarpita Herrera, J. 1984. Plantaciones forestales comerciales de la Sabana: Estudio de un caso. En: XIV Reunión del Grupo de Mejoramiento Genético Forestal. Durango, Méx., 9-12 de octubre, 1984. Ciclo de Conferencias. COFAN-FAO. pp. 157-170.

Evans, J. 1984. Plantation forest in the tropics. Claredon, Press, Oxford, U.K. 472 p.

Evans, J. 1992. Plantation Forest in the Tropics. 2nd ed. Claredon Press, Oxford, U.K. 416 p.

Evans, J. 1996. Plantation Forestry in the Tropics; Tree Planting for Industrial, Social, Environmental, and Agroforestry Purposes. 2nd ed. Oxford Science Publications. 403 p.

FAO. 1997. State of the World´s forests. FAO, Rome, Italy.

FAO. 1998. Global Fibre Supply Study. Forest Products Division Forestry Department. Rome, It. 61 p. + appendices.

FAO. 2000. Perspectivas mundiales del suministro futuro de madera procedente de plantaciones forestales. Documento de trabajo: GFPOS/WP/03. Elaborado por: Christopher Brown, Oficial Forestal (plantaciones). Dirección de Políticas y Planificación Forestales, Roma.

FAO. 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional de México. Documento de Trabajo-ESFAL/N/02. Elaborado por: Juan Manuel Torres Rojo. Pág. 96. Versión electrónica: http://www.fao.org/docrep/006/j2215s/j2215s00.htm#Top0fPage. Revisado el 7 de mayo de 2009.

FAO, 2004a. Informe Nacional Brasil. http://www.fao.org/docrep/007/j3032s/j3032s00.HTM. Revisada el 9 de julio de 2009.

FAO, 2004b. Informe Nacional Chile. http://www.fao.org/docrep/007/j2576s/j2576s00.HTM . Revisada el 9 de julio de 2009.

FAO. 2005. Situación de los bosques en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 153 p.

FAO. 2009. Situación de los bosques en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

FAO-Colegio de Postgraduados. 2005. Primera Revisión del Programa Estratégico Forestal 2025 y del Programa Nacional Forestal 2001-2006. UTF/MEX/056/MEX. ANEXO 2. Contribución del PEF 2025 a la solución de problemas del sector forestal. Montecillo, México. pp: 1-41.

Fernández Castro, V.H. 2009. Comentarios personales. Gerente de Plantaciones Forestales de Agropecuaria Santa Genoveva (AGSA). Campeche, Campeche

Fierros González, A.M. 1978. Ensayos de introducción del género Eucalyptus en algunas regiones de México. Tesis de Ing. Agr. Esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 280 p.

Fierros González, A.M. 1990. La situación actual de las plantaciones en el trópico mexicano. In: C. Rodríguez Franco y A.M. Fierros González (Comp.). Taller Internacional sobre Investigación en Silvicultura y Manejo de Selvas. Oct. 29-Nov. 9, 1990. Escárcega, Campeche. Memoria. pp: 64-71.

Fierros González, A.M. 1999. Plantaciones forestales comerciales en México: Condiciones y perspectivas. In: Seminario Internacional "El Eucalipto: Impacto Ambiental, Tecnologías y Beneficios". UACH-BID-FAO. México, D.F., 15-octubre/1999. Manuscrito. 15 p.

Fierros González, A.M. 2006. Proyecto de investigación CONAFOR-CONACYT-2003-C03-9925 "Captura de Carbono, Biodiversidad, Productividad y Zonificación Productiva de Plantaciones Comerciales en los Límites de Oaxaca y Veracruz". Documentos internos de trabajo.

Fierros González, A.M. 2008. Propuesta de Criterios e Indicadores para la realización de las Auditorías Técnicas Preventivas en el Sector Forestal. 17 p. (manuscrito inédito).

Fragoso Cisneros, S.E. 2008. Comentarios personales. Gerente de Cosecha de Forestaciones Operativas de México (FOMEX). Las Choapas, Veracruz.

Gaceta de la Red. 1998. Presentación de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal No. 1. SEMARNAP-PRONARE. pp: 11-13.

Galán-Larrea R., H. M.; De los Santos-Posadas y J. I. Valdez-Hernández. 2008. "Crecimiento y rendimiento maderable de Cedrela odorata L. y Tabebuia donell-smithii Rose en Santiago Chacalapa, Pochutla, Oaxaca". 14(2) 65:82

Gerencia de Plantaciones Forestales Comerciales. CONAFOR. 26 de mayo de 2003.

INEGI. 2000. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. (www.inegi.gob.mx)

Gittinger, J. 1989. Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. 2a. ed. complementada, revisada y ampliada. Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial. Editorial Tecnos, Madrid. 532 p.

González G., M. de J., M. Mendoza B., G. Bueno de A. y S.A. Winter. 1990. Representación de la empresa forestal en un sistema económico. Agrociencia 1 (1): 65 82.

González Pacheco, C. 1988. La penetración del capital extranjero en la Selva Lacandona. Colección de Estudios Históricos del Instituto de Economía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.142 p.

Goodland, R. 2002. Encyclopedia of global environmental change. John Wiley & Sons, Ltd. pp: 1-3.

GreenFacts. 2007. Consenso Científico sobre los recursos forestales. Nivel 2 Consenso sobre los recursos forestales. Roma, It. 66 p. Consultado a través de, y en fecha del 9 de mayo, 2009. http://www.greenfacts.org/

es/recursos-forestales/recursos-forestales-greenfacts-level2.pdf

Hagler, R.W. 1996. The global wood fiber equation – a new world order. Tappi Journal 79: 51-54.

Hall, G. y H. A. Patrinos. 2005. Los pueblos indígenas de América Latina. Revista "Finazas & Desarrollo". Fondo Monetario Internacional. Versión electrónica revisada el 10 de junio de 2006. http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2005/12/pdf/hall.pdf

Haltia, O. and Keipi, K. 1997. Financing forest investments in Latin America: The issue of incentives. In Forest Resource Policy in Latin America. (Keipi, K., ed.) Published by InterAmerican Development Bank and distributed by Johns-Hopkins University Press.

Hamilton, L.S. and P.N. King. 1983. Tropical forested watersheds: hydrologic and soils response to major uses or conversions. Boulder, Colorado, Westview Press. 168 p.

Hardcastle, P.D. 1999. Plantations: potential and limitations. Estudio analítico encargado por el Banco Mundial. s.p.

Hernández D., J. C. y Prieto R., J. A. 1992. Análisis de rentabilidad financiera en plantaciones forestales. Memoria del simposio sobre reforestación forestal, Chihuahua, Chih. INIFAP. 402 p.

Hinojosa Aguirre, F.J. 2008. Comentarios personales. Prestador de Servicios Técnicos Forestales de la Asociación Regional de Silvicultores Pátzcuaro–Tierra Caliente. Pátzcuaro, Michoacán.

Hinzpeter Jiménez, E. 2008. Comentarios personales. Presidente de la Asociación Regional de Silvicultores Maderas Tropicales. Xicotepec de Juárez, Puebla.

Honduras. Ley de Incentivos a la Forestación, Reforestación y Protección del Bosque. Despacho de Recursos Naturales. Decreto 163-93. Marzo 29, 1994. http://www.serna.gob.hn/institucional/legislacion/Documents/Leyes/11-Ley_de_Incentivos_a_la_Forestacion__Reforestacion_y_Proteccion_del_bosque.pdf

Ibarra M., E. 2004. Evaluación financiera de una plantación forestal comercial de teca (Tectona grandis) en el municipio de Zihuateutla, estado de Puebla. Seminario de Titulación. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México.

INEGI. 2004. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. "Núcleos Agrarios. Tabuladores Básicos por Municipio. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares, PROCEDE". Abril de 1992 a diciembre de 2004. México.

INEGI. 17 DE NOVIEMBRE DE 2004. Comunicado de prensa Aguascalientes, Ags. Número 158/20. Versión Electrónica: http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2004/Noviembre/comunica2.pdf#search=%22inegi%20gasto%20hogares%202004%20inversion%20productiva%22

INIF. 1995. Simposio sobre Reforestación Comercial. Memoria. INIF, México, D.F. Publicación Especial No. 65. 402 p.

INIFAP. 1997. Tecnología llave en mano División Forestal. INIFAP, México, D.F. 180 p.

INIFAP. 1998. Tecnología llave en mano División Forestal. INIFAP, México, D.F. 230 p.

INIFAP. 1999. 500 tecnologías llave en mano División Forestal. INIFAP, México, D.F. 151 p.

INIF-SARH. 1978. Plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional. Memoria. Dir. Gen. de Investigación y Capacitación Forestales. México, D.F. Publicación Especial No. 13. 677 p.

INIF-SARH. 1981. Plantaciones Forestales. Segunda Reunión Nacional. Memoria. Dir. Gen. INIF. México, D.F. Publicación Especial No. 33. 173 p.

INIF-SARH. 1985. Plantaciones Forestales. III Reunión Nacional. Memoria. Dir. Gen. INIF. México, D.F. Publicación Especial No. 48 987 p.

INIF-SARH. 1994. Plantaciones Forestales. IV Reunión Nacional. Memoria. Dir. Gen. INIF. Publicación Especial No. 48 987 p.

ITTO. 2005. Consecución del Objetivo 2000 y la Ordenación Forestal Sostenible en México. Informe presentado al Consejo Internacional de las Maderas Tropicales por la Misión de Diagnóstico establecida conforme la Decisión 2(XXIX). Yokohama, Japón. 138 p.

Jaquish, B.C. 2004. Abasto y manejo de semillas a partir de la recolección en rodales naturales, áreas de producción y huertos semilleros . In: Manejo de Recursos Genéticos Forestales, 2da ed. J.J. Vargas H., B. Bermejo V.†

y F.T. Ledig (eds.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp: 88-101.

Kanoswki, P.J., P.S. Savill, P.G. Adlar, J. Burley, J.R. Palmer and P.J. Wood. 1992. Plantation forestry In: N. Sharma (ed.) Managing the World´s Forests. Kendall/ Hunt, Dubuque, IA. pp: 375-401.

Kari Keipi. 2000. Políticas forestales en América Latina. Inter-American Development Bank. 304 páginas

Kirby, M. J., y R.P.C. Morgan. 1984. Erosión de Suelos. 1era ed. LIMUSA, S.A., México. 375 p.

Klemperer, W.D. 1996. Forest Resource Economics and Finance. McGraw Hill, New York. 551p.

Koskela, E., M. Ollikainen y T. Pukkala. 2004. Biodiversity conservation in boreal forests: optimal rotation age and volume of retention trees Helsinki Center of Economic Research. Discussion paper No.2. Helsinki, Finland. 27 p.

Lammerts V. B., E. y E. M. Blom. 1996. Principios, Criterios e Indicadores. Esquema Jerárquico para la Formulación de Estándares para el Manejo Forestal Sostenible. The Tropenbos Foundation, Holanda. 59 p.

Lang, Chris. 2002. The Pulp Invasion: The international pulp and paper industry in the Mekong Region. World Rainforest Movement. http://www.wrm.org.uy/countries/Asia/book.rtf . Revisado el 1 de Julio de 2009

Ley Forestal. Código forestal de los Estados Unidos Mexicanos. 1938. Departamento Forestal y de Caza y Pesca. México. 365 p.

Ley Forestal. 1993. Asociación Mexicana de Profesionales Forestales, A.C. Sección Coyoacán. México. 30 p.

Ley Forestal. 1993. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General Jurídica. México, 64 p.

Ley Forestal y su Reglamento. 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 168 p.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 2008. Reformas del 16 de mayo de 2008. 101 p.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 2008. Comisión Nacional Forestal. SEMARNAT. Jalisco, México. pp. 11-159.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 1976. Cámara Nacional de la Industria Forestal. México. pp: 87-128.

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. 2008. Reformada el 28 de noviembre de 2008. 69 p.

LGDFS. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. México D. F. 23 de Febrero de 2003.

López S., E. 2004. Manual para el diseño, establecimiento y manejo de los principales sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera en la región de los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Maestría. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 265 páginas.

López S., E. y Musálem M.A. 2007. Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas, Veracruz. Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Volumen XIII, N° 1. Páginas 59-66.

López-Upton, J., J.K. Donahue, F.O. Plascencia E. y C. Ramírez H. 2005. Provenance variation in growth characters of four subtropical pine species planted in Mexico. New Forests 29(1): 1-13.

Macyshyn, F. 1996. Estrategias en materia de plantaciones forestales comerciales. Participación en el acto de presentación del Programa Forestal y de suelo 1996-2000. San Juan Nuevo Parangaricutiro, Mich. México.

Manahan, S.E. 1991. Environmental Chemistry. 5th. Ed. Lewis Publ., Chelsea, MI.

Mápula Larreta, M. 2009. Comentarios personales. Gerente de Plantaciones Forestales Comerciales de Promotora de Plantaciones del Sureste (PROPLANSE). Balancan, Tabasco.

Mathus Morales, M.A. 1985. Experiencia de una plantación forestal comercial en el sureste de la República Mexicana. In: Memoria de la Tercera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones forestales (INIF). Publicación Esp. No. 48. México D.F. pp: 127–733

Mathus Morales, M.A. 2007. Comentarios personales. Profesional forestal anteriormente a cargo del proyecto de plantaciones forestales comerciales “La Sabana”,

Oaxaca. Oaxaca, Oaxaca.

Meza Cruz, P. 2008. Comentarios personales. Jefe de cosecha Zona Tabasco en Forestaciones Operativas de México (FOMEX). Base de Operaciones, km. 31, Carretera Huimanguillo a Francisco Rueda, Huimanguillo, Tabasco.

Millward, A.A. and J.E. Mersey. 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. Catena 38(2): 109-129.

MINAB. 2007. Plantaciones en Uruguay: Situación General y Política Forestal. Reportes Técnicos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Rosario Pou y Asociados. Presentación en Power Point 14 p. (www.uruguayforestal.com)

MINAE (Actualmente Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2007. Listado de empresas forestadoras y aserraderos que se abastecen de ellas. Costa Rica. (www.mag.go.cr).

NOM-EM-02-SEMARNAP/SAGARPA-1996. 1996. DOF. 6 de Mayo de 1996.

Monreal Rangel, S.B. 1991. Análisis retiro–remplazo en maquinaria pesada para la construcción y mantenimiento de caminos forestales. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 128 p.

Monreal Rangel, S.B. 2006. Se escriben en México nuevas historias sobre plantaciones forestales comerciales. Revista México Forestal (México). Revista electrónica de la CONAFOR, No. 35.

Monreal Rangel, S.B. 2006. La producción de madera de plantaciones forestales será de 275 mil metros cúbicos en el 2006. Revista Forestal XXI (México) 9(2):10-12.

Monreal Rangel, S.B. 2008. Comentarios personales. Gerente de Cosecha y Servicios Técnicos de Forestaciones Operativas de México (FOMEX). Las Choapas, Veracruz.

Monreal Rangel, S.B. 2009. Comentarios personales. Consultor en materia de plantaciones forestales comerciales. Las Choapas, Veracruz.

Mosqueda Vásquez, M. 2008. Comentarios personales. Gerente de Abastecimiento de Duraplay de Parral. Parral, Chihuahua.

Navar, J., y T.J. Synnott. 2000. Surface runnoff, soil erosion, and land use in Northeastern, México. Revista Terra 18: 247-253.

Neilson, D. and R. Flynn. 2004. The international pulpwood resource and trade review 2004 edition. DANA Ltd. and Food Resources International. Rotoura, New Zeland. s.p.

Newman, D.H. 1989. The optimal forest rotation: A discussion and annotated bibliography. USDA Forest Service, General Technological Report SE-48.USA. 56 p.

Nguyen, D. 1979. Environmental services and the optimum rotation problem in forest management. Journal of Environmental and Management 8:127-136.

Noguéz H., A. 2004. Evaluación financiera de una plantación forestal comercial de cedro rosado (Acrocarpus flaxinifolius) en el municipio de Coyutla, Edo. de Veracruz. Seminario de titulación. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 43 p.

Oros N., D. 2008. Diversidad vegetal en el sotobosque de plantaciones comerciales de Eucaliptus urophylla S.T. Blake. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados.

Panama. Ley No 24 (de 23 de noviembre de 1992). "Por la cual se establecen incentivos y reglamenta la actividad de reforestación en la República de Panama"http://www.lawyers-abogados.net/es/recursos/Panama/Panama_Ley-24-1992_reforestacion.htm . Revisada el 4 de julio de 2009

Pearse, P.H. 1990. Introduction to Forestry Economics. University of British Columbia Press, Vancouver, Canada. 226 p.

Pérez Bolde, O. 2009. Comentarios personales. Jefe de Planeación y Cosecha de Forestaciones Operativas de México (FOMEX). Las Choapas, Veracruz.

Prieto R., J.A. y J. López Upton. 2006. Colecta de semilla forestal en el género Pinus. Folleto Técnico No. 28. Campo Experimental Valle de Guadiana. INIFAP. 41 p.

Pritchett, W.L. 1991. Suelos Forestales: Propiedades, Conservación y Mejoramiento. 2da reimpresión, LIMUSA, S. A., México. 634 p.

Programa Estratégico Forestal 2025. www.conafort.gob.mx/normateca

PROTEAK UNO. 2009. www.proteak.com.mx.

Protti, A. F. 1982. Evaluación económica y financiera del proyecto de plantaciones forestales en la "Frailesca", Chiapas, Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 153 p.

Ramírez., M. H. y Torres., R. M. A. 1984. Plantaciones

forestales. In: Tercera reunión nacional sobre plantaciones forestales. Publicación especial No. 48. INIF. México. 332-334 p.

Reglamento de la Ley Forestal. 1994. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General Jurídica. México. 59 p.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable. 2008. Comisión Nacional Forestal. SEMARNAT. Zapopan, Jalisco, México. pp: 161-273.

Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y ganadería y Desarrollo Rural. 1966. Diario Oficial de la Federación. México. 12 de abril de 1996. pp: 50-80.

Riaño Masó, R. 2009. Comentarios personales. Gerente de Rancho El Chaparral y de Agro Industrial Agua Fría. Juchique de Ferrer, Veracruz.

Rivera-Ríos, C.A., A. M. Fierros-González, V. Vázquez-García, A. Gómez-Guerrero, y A. Velázquez-Martínez. 2008. Principios, criterios e indicadores de sustentabilidad para plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento. Rev. Fitotec. Mexicana 31: 391-397.

Romero, C. 1997. Economía de los Recursos Ambientales y Naturales. 2ª ed. Alianza Economía. Madrid, España. 214 p.

Romero, C. 1997. Economía de los recursos ambientales y naturales. 2da ed. Alianza Economía. Madrid, España. 214 p.

Romero, C., V. Ríos y L. Díaz-Balteiro. 1998. Optimal forest rotation age when carbon captured is considered: theory and applications. Journal of the Operational Research Society 49:121-131.

Sáenz R., C. 2004. Zonificación estatal y altitudinal para la colecta y movimiento de semillas de coníferas en México. In: Manejo de Recursos Genéticos Forestales, 2da ed. J.J.Vargas H., B. Bermejo V.† y F.T. Ledig (eds.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp: 73-86.

Sánchez Moreno, E.A. 2008. Justificación para la mecanización de la cosecha de plantaciones en FOMEX–REXCEL. 10 p. (documento Inédito).

Sánchez Rejón, L.A. 2008. Comentarios personales. Jefe de Plantaciones Forestales de Plantación Forestal Entre Hermanos (antes PETROCAM). Candelaria, Campeche.

Santos Espinoza, J. 2008. Comentarios personales. Profesional forestal anteriormente a cargo del proyecto de plantaciones forestales comerciales de Plantaciones de Tehuantepec (PLANTEHSA). Jaltepec, Oaxaca.

SARH. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994. Memoria Nacional. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. 127 p.

Savill, P.S. and J. Evans. 1986. Plantation Silviculture in Temperate Regions. Oxford University Press, Oxford, UK.

Schlesinger, W.H. 1997. Biogeochemistry: an Analysis of Global Change (2nd edit.), Academic Press, San Diego, CA.

Sedjo, R. and D. Botkin. 1997. Forest plantations to spare natural forests. Environment 39(10):15-20.

SEMARNAP. Dirección General Forestal. Anuarios Estadísticos de la Producción Nacional 1995-2003. México D. F.

SEMARNAP. 1996. Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. México, D.F. 79 p.

SEMARNAP. 1997. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 1997. DOF. 3 de Junio de 1997.

SEMARNAP. 1999. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 1999. DOF. 12 de Octubre de 1999.

SEMARNAP. 2000. Subsecretaría de Recursos Naturales. Dirección General Forestal. Estímulos Fiscales al Sector Silvícola. Documento de Consulta. 1999-2000.

SEMARNAP. 2000. El Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales de México (PRODEPLAN): Resultados 1997-2000. México, SEMARNAP. 1996. Síntesis Ejecutiva Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. México. 47 p.

SEMARNAP. 2000. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 2000. DOF. 14 de Marzo de 2000.

SEMARNAP. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 47 p.

SEMARNAT. 2001. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 2001. DOF. 3 de Marzo de 2001.

SEMARNAT. 2002. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 2002. DOF. 14 de Marzo de 2002.

SEMARNAT. 2003. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 2003. DOF. 26 de Marzo de 2003.

SEMARNAT. 2003. Acuerdo modificatorio de Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales 2003. DOF. 15 de Julio de 2003.

SEMARNAT. 2006. Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo de Forestal de la CONAFOR 2006 (ROU). DOF. 16 de Febrero de 2006.

SEMARNAT. 2007. Reglas de Operación del Programa ProÁrbol 2007. DOF. 20 de Febrero de 2007.

SEMARNAT. 2007. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012. México, D. F. 170 p.

SEMARNAT. 2008. Reglas de Operación del Programa ProÁrbol 2008. DOF. 28 de Diciembre de 2007.

SEMARNAT. 2008. Esquema de bursatilización forestal. pp: 23-26.

SEMARNAT. 2009. Reglas de Operación del Programa ProÁrbol 2009. DOF. 31 de Diciembre de 2008.

Senado de la República e Instituto Nacional de las Mujeres. 2005. Comisiones conjutnas de desarrollo social y equidad de género. Hacia un Mecanismo de Seguimiento y Evaluación del cumplimiento de los compromisos internacionales de México en materia de género. Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer. IV Conferencia Mundial de la Mujer. Objetivos del Milenio. El Cairo + 10. Versión electrónica revisada el 18 de agosto de 2006. http://www.senado.gob.mx/comisiones/directorio/equidad/Content/Reuniones/conf_judith_astelarra/docs/documento/1.pdf

Stanley, B. and P.A. Arp. 2002. Effects of forest harvesting on basin-wide water yield in relation of % of watershed cut: a review of literature. Nexfor/Bowater Forest Watershed Research Centre, Faculty of Forestry and Environmental Management. 35 p.

Strang, W.J. 1983. On the optimal forest harvesting decision. Economic Inquiry 21: 576-583.

Streber P., R. y M. Carballero D. 1986. Evaluación financiera de una plantación de coníferas en San Rafael, estado de México. Centro de Genética. Agrociencia 64: 181-194.

Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1994. Normatividad para la forestación y reforestación. SARH. México, 10 p. y 4 anexos.

Telles M., E. 2006. Edad óptima de cosecha en plantaciones forestales comerciales de eucalipto, considerando ingresos por madera y captura de carbono en Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Forestal, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 93 p.

Telles M., E., M. de J. González G., H.M. de los Santos P., A.M. Fierros G., R.J. Lilieholm, y A. Gómez G. 2008. Rotación óptima de plantaciones de eucalipto al incluir ingresos por captura de carbono en Oaxaca, México. Rev. Fitotec. Mex. 31 (2):173-182.

Tuirá, R. 2002. Migración, remesas y desarrollo. Publicaciones en línea de la CONAPO (Consejo Nacional de Población). Revisado el 21 de agosto de 2006. http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/2002/06.pdf.

UNCTAD. 2008. United Nations Conference on Trade and Development.

Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. 2004. Evaluación externa "Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales" (PRODEPLAN). Ejercicio fiscal 2003. Informe final. 121 p.

Universidad Veracruzana. 2005. Evaluación externa del PRODEPLAN, Ejercicio fiscal 2004. Informe final. 169 p.

Vera Castillo, G. 1989. Estado de la investigación silvicultural de las plantaciones forestales en México. En: Salazar, R. (ed.) Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas Reunión IUFRO S1.07-09, Guatemala, abril de 1989. CATIE. pp. 103-115.

Vergara, N.T. and N.D. Briones (eds). 1987. Agroforestry in the humid tropics: its protective and ameliorating role to enhance productivity and sustainability. Honolulu, East-West Center and College, Honolulu & Southeast Asian Régional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Laguna.

White, T.L., T.W. Adams and D.B. Neale. 2007. Forest

Genetics. CABI Publishing, Cambridge, MA. 682 p.

Villa Salas, A. B. y C.E. González Vicente. 2000. Las plantaciones forestales comerciales en México: avances y perspectivas. Conferencia presentada en las reuniones conjuntas "Encuentro Nacional de Industriales, Productores y Profesionales Forestales" y "III Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales". Durango, Dgo., 8 al 11 de noviembre de 2000. Manuscrito inédito. 18.p.

Wijewardana, D. 2008. Criteria and indicators for sustainable forest management: The road travelled and the way ahead. Ecological Indicators 8: 115-122.

Winjum, J. K. and. P.E. Schroeder. 1997. Forest plantations of the world: their extent, ecological attributes, and carbon storage. Agricultural and Forest Meteorology 84:153-167.

Wischmeier, W.H. y D.D. SMITH. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. Agricultural Reseach Service Handbook No. 282, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Washington, D.C.

WRI. 2000. Guía de Recursos Mundiales 2000 – 2001. La gente y los ecosistemas: Se deteriora el tejido de la vida. Resumen. Instituto de Recursos Mundiales (WRI), Washington D.C., US.Comisión Nacional del Agua. 1999. ley Federal de Derechos. México. [En línea] Disponible en: http.//www.cna.gob.mx.

WRM. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Brasil: mecanismos de promoción y de oposición a los monocultivos de árboles. http://www.wrm.org.uy/boletin/124/Brasil_promocion_oposicion.html. Revisada el 9 de julio de 2009.

Young, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. ICRAF Science and Practice of Agroforestry 4. CAB International. Wallingford, UK. 276 p.

Zhang, D. 2002. Market, Policy Incentives, and Development of Forest Plantation Resources in the United State: A Report for FAO Asia-Pacific Forestry Commission

Páginas electrónicas:

ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0400s/a0400s07.pdf

http://www.fao.org/docrep/009/a0400s/a0400s00.htm

Evaluaciones de los Programas de CONAFOR: http://148.223.105.188:2222/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20) (5 de junio, 2008).

ANEXO I

ANEXO I

Glosario de Términos

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Área de corta anual: Predio o conjunto de predios, colindantes entre sí o no, que están programados para ser cosechados en un año, conforme van cumpliendo la edad indicada en el Programa de Manejo de la Plantación Forestal (PMPF) para ser intervenidos, en corta de aclareo o en cosecha final.

Arrime: Extracción de las trozas o fustes desde el sitio de derribo hasta la orilla del camino principal o secundario. Puede hacerse de manera manual o mecanizada.

Asistencia técnica: Actividades de apoyo al silvicultor para el cumplimiento de los conceptos de apoyo de aprovechamiento, conservación, restauración, protección y transformación de sus recursos forestales.

Asociación de Silvicultores: Organización de silvicultores legalmente constituida.

Asociaciones Regionales de Silvicultores (ARS): Las organizaciones de silvicultores legalmente constituidas y que representen a silvicultores ubicados en el ámbito geográfico de una unidad de manejo forestal, en los términos del artículo 112 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Beneficiarios: Las personas físicas y morales a quienes se les entreguen apoyos de la Comisión Nacional Forestal con base en las Reglas de Operación del Programa ProÁrbol.

Brecha de saca: Camino de muy corta longitud (igual o menor a 300 metros lineales), carente de especificaciones o cuyas especificaciones (anchura promedio, radio de curvatura, cunetas y revestimiento) son mínimas, ya que se utiliza únicamente para el arrime o extracción de las trozas dentro del predio.

Brecha perimetral: Espacio que debe dejarse sin plantar dentro de cada predio plantado, a lo largo de la cerca que lo limita de otros predios plantados o no. La brecha perimetral debe tener una anchura de al menos seis metros y cumple dos funciones: reducir el riesgo de incendios forestales y permitir la extracción de los productos de la cosecha, funcionando como brecha de seca o como un camino secundario.

Cadena productiva forestal: La agrupación de actores y procesos que se integran en forma complementaria y que intervienen en la incorporación de valor agregado a los bienes y servicios, hasta llegar al consumidor final.

Camino principal: Camino que conecta los predios plantados con una carretera pavimentada; puede transitarse en cualquier época del año y en ambos sentidos de manera simultánea, ya que cuenta con las especificaciones de

los caminos rurales de primer orden (anchura de la carpeta de rodamiento igual o mayor a seis metros, cunetas a ambos lados del camino, puentes construidos con materiales permanentes y revestimiento.

Camino secundario: Camino que atraviesa de lado a lado cada predio plantado, conectando las brechas de saca con el camino principal; se transita preferentemente en época de secas y en un solo sentido, aunque cuenta con ampliaciones para permitir el rebase y el cruzamiento de vehículos que transportan la madera; posee cuneta sencilla (en un solo lado del camino) y puentes construidos con materiales naturales (tablones o troncos). Si se utiliza en época de lluvias deberá revestirse.

Carga: Colocación de las trozas o los fustes completos sobre la plataforma de un camión con destino directamente a la industria o a un patio intermedio. Puede llevarse a cabo de manera manual o mecanizada.

Casco de motosierrista: Es un casco de plástico rígido de color llamativo, o de aluminio, equipado con malla protectora para la cara y ojos, así como orejeras para proteger los oídos del operador. Es un elemento básico para la seguridad del motosierrista.
Conservación de suelos: Conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad.

Corte o elaboración de trozas: Derribo del árbol, el desrame y el troceo del fuste o tronco, dando como resultado piezas de 4, 8 o 16 pies; puede ser realizado con motosierra (sierra de cadena) o con una máquina procesadora.

Derribo direccional: Derribo del árbol, dirigiendo la caída del mismo hacia un punto específico con la ayuda de diversos implementos como cuñas de plástico o aluminio, palanca de derribo o palanca de seguridad.

Degradación de tierras: Disminución de la capacidad presente o futura de suelos, de la vegetación o de los recursos hídricos.

Degradación de suelos: Proceso de disminución de la capacidad presente o futura de los suelos Para sustentar vida vegetal, animal o humana.

Derecho agrario: Conjunto de las normas jurídicas destinadas a regular el régimen de la tierra laborable.

Desarrollo sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Ecosistema Forestal: La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Equipo de protección personal: Accesorios que el obrero forestal debe utilizar para reducir al mínimo el riesgo de accidentes de trabajo; para el caso del motosierrista son: casco, pantalón de seguridad, guantes y botas de trabajo, el resto de los obreros deberán utilizar casco, guantes y botas de trabajo.

Especificaciones camineras: Características de construcción y mantenimiento de los distintos tipos de caminos que constituyen la red caminera de un proyecto de plantaciones forestales comerciales.

Fordwarder: No existe un término en español para esta máquina que podría denominarse como tractor forestal de carga suspendida o remolque forestal integral. Es un equipo de gran capacidad de tracción y de carga, diseñado para la extracción de trozas o fustes completos en las condiciones de trabajo más pesadas y en cortas a matarrasa. La parte delantera es un tractor articulado y la parte posterior es un remolque que consta de una canastilla de carga y una grúa hidráulica de carga y descarga; el sistema de rodamiento es tipo balancín (booguie) que se adapta a las irregularidades del terreno y cuenta con tracción en las seis u ocho ruedas, por lo cual puede trabajar en condiciones muy exigentes, ya sea en terrenos pantanosos o nevados.

Ley: Norma jurídica obligatoria y general dictada por legítimo poder para regular la conducta de los hombres o para establecer los órganos necesarios para el cumplimiento de sus fines.

Ley orgánica: Es toda aquella que tiene por objeto la organización de algún servicio público o institución.

Ley reglamentaria: Es aquella de observancia general, que tiene por objeto regular un artículo o fracción de él emanado de la Constitución.

Manifestación de Impacto Ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer con base en estudios el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Materias primas forestales: Los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado.

Pantalón de seguridad o de motosierrista: Accesorio que se coloca sobre el pantalón normal, para impedir que la cadena de la motosierra haga contacto con la extremidades inferiores del motosierrista. También se le conoce como "chaparreras".

Patio o cancha de concentración: Área en la cual se almacena o resguarda, de manera temporal, la trocería para garantizar que podrá ser transportada a cualquier sitio en cualquier época del año, generalmente con el uso de camiones de la mayor capacidad posible.

Plantación forestal comercial: El establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal en terrenos

temporalmente forestales o preferentemente forestales, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización.

Programa de manejo de plantación forestal comercial: El instrumento técnico de planeación y seguimiento que describe las acciones y procedimientos de manejo forestal relativo a la plantación forestal comercial.

Predios a cosechar en temporada de lluvias: Conjunto de predios que forman parte del programa de corta anual y se seleccionan para ser intervenidos o cosechados, preferente u obligadamente, durante la estación de lluvias. Normalmente son los predios más cercanos y de más fácil acceso.

Predios a cosechar en temporada de secas: Conjunto de predios que forman parte del programa de corta anual y se seleccionan para ser intervenidos o cosechados, preferente u obligadamente, durante la estación de secas. Normalmente se trata de los predios más lejanos y de más difícil acceso.

Procesador: Equipo diseñado para el derribo, descortezado, troceo y semiapilado de los productos de la cosecha o del aclareo; se trata de un accesorio que se acopla a una máquina que cuenta con un brazo hidráulico, como una excavadora sobre orugas o llantas, a la cual se hacen las modificaciones necesarias para su conversión al trabajo forestal.

Programa de corta anual: Distribución de los predios incluidos en el área de corta anual a lo largo de los meses del año, indicando en que mes o meses deberán intervenirse o cosecharse cada uno de ellos, así como volumen que se obtendrá.

Programa de Manejo de Plantación Forestal (PMPF): De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, es el instrumento técnico de planeación y seguimiento que describe las acciones y procedimientos de manejo forestal relativo a la plantación forestal comercial (LGDFS, 2003).

Recursos forestales: La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales.

Recursos forestales maderables: Los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso.

Recursos forestales no maderables: La parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos e terrenos forestales preferentemente forestales.

Recursos genéticos: El material genético de valor real o potencial.

Recursos genéticos forestales: Semillas y órganos de la vegetación forestal que existen en los diferentes ecosistemas y de los cuales dependen factores hereditarios y la reproducción, mismos que reciben el nombre genérico de germoplasma forestal.

Red caminera: La infraestructura caminera de un proyecto de plantaciones forestales comerciales, constituida por caminos principales, secundarios, brechas perimetrales y brechas de saca.

Reforestación: Establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales.
Remolque forestal: Remolque diseñado y construido específicamente para el traslado de trozas o fustes completos desde el sitio de corta hasta un camino secundario. Consta de una canastilla de carga, un sistema de rodamiento tipo balancín (booguie) y una grúa hidráulica de carga y descarga que se acopla al sistema hidráulico y toma de fuerza de un tractor agrícola, que al mismo tiempo se encarga de movilizar el remolque.

Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal.

Terreno preferentemente forestal: Aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquellos ya urbanizados. O sea los de vocación forestal.

Terreno temporalmente forestal: Las superficies agropecuarias que se dediquen temporalmente al cultivo forestal mediante plantaciones forestales comerciales. La consideración de terreno forestal temporal se mantendrá durante un periodo de tiempo no inferior al turno de la plantación.

Tracto camión: Es un equipo de uso general que se utiliza para transportar, sobre una plataforma, el mayor volumen de madera posible desde las plantaciones forestales comerciales ubicadas en el sureste del país (Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Campeche), hasta las plantas de celulosa y tableros ubicadas en el Estado de Michoacán. Bajo estas condiciones se mueven unos 170 mil m3 de madera en rollo por año a razón de 35 m3/viaje, en promedio.

Tracto camión completo: También denominado "full" consiste en una segunda plataforma que, acoplada a la primera, permite incrementar el volumen hasta 70 m3/viaje, en promedio.

Transporte: Traslado los productos de la cosecha o del aclareo de plantaciones desde las inmediaciones de las plantaciones hasta el sitio en donde serán procesados o almacenados de manera temporal.

Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

Vegetación exótica: Conjunto de plantas arbóreas arbustivas o crasas ajenas a los ecosistemas naturales.

ANEXO II

ANEXO II.1

Estudio de caso de la Empresa Plantaciones de Tehuantepec, S. A. de C. V. María Lombardo, Jaltepec, Oaxaca.

1) Antecedentes

1.1 GENERACIÓN DE LA IDEA

La idea del proyecto se generó en 1966 a raíz de que el Gobierno Mexicano consideró estratégico el apoyo a las plantaciones forestales comerciales (PFC) (SEMARNAP, 1996), y a partir de 1997 se instrumentó el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), un programa de subsidios para apoyar el desarrollo de esta actividad (Fierros y Sosa, 2000)

Plantaciones de Tehuantepec (PLANTEH) es una empresa constituida mediante escritura pública número 16,727, en la Notaría Pública número 115, en la Ciudad de México, Distrito Federal, el día 6 de junio de 1997, con base en las leyes mercantiles de México. La Compañía es parte del Grupo DSC, una Compañía "holding" diversificada.

1.2 PROYECTO ORIGINAL

El proyecto original incluyó la plantación de 10,312 hectáreas de eucalipto para producción de astilla para celulosa destinada al mercado y de 10,312 hectáreas de eucalipto para producción y transformación de productos de madera sólida (madera aserrada, tableros y pisos, entre otros).

1.3 ETAPA EXPERIMENTAL

La empresa no realizó experimentación por sí misma, pero aprovechó que International Paper (empresa de EUA), había establecido unos años antes una pequeña área experimental con varias procedencias de Eucalipto y una de Melina, en un predio ubicado dentro del área de influencia elegida para realizar el proyecto. Las características del área experimental y las especies incluidas pueden observarse en los Cuadros 1 y 2, que se presentan a continuación (International Paper, 2001):

Cuadro 1. Características del área experimental de International Paper.

Nombre del área experimental	La Gasolinera
Ubicación	San Juan Cotzocón, Oaxaca
Longitud	95° 23' 0
Latitud	17° 27' N
Altura (msnm)	240
Precipitación promedio anual (mm)	80 / 2050
Textura del suelo	Franco arenosa gruesa

Cuadro 2. Características de las especies y procedencias incluidas en el área experimental de International Paper.

Nombre de la fuente	Especies	Descripción de la procedencia
G-386	*Eucalyptus grandis*	Mezcla de 10 familias selectas de Cali, Colombia (Jefferson Smurfit-Cartón de Colombia)
G-2464	*Eucalyptus grandis*	Mezcla sin mejoramiento de la plantación Waterval, E. Transvaal, Sudáfrica (Mondi)
G-5091	*Eucalyptus grandis*	Mezcla de la segunda generación de un huerto semillero clonal, Sudáfrica (Mondi)
G-M5246	*Eucalyptus grandis*	Mezcla del 10% de los árboles mayores en el compartimiento F30 en Waterhoutboom, E. Transvaal, Sudáfrica (Mondi)
U-Egon	*Eucalyptus urophylla*	De Egon, Indonesia. Semillas obtenidas de Plantaciones Forestales del Sureste (Simpson/Temple Inland, México)
U-Pantar	*Eucalyptus urophylla*	De Pantar, Indonesia. Semillas obtenidas de Plantaciones Forestales del Sureste (Simpson/Temple Inland, México)
Gmelina	*Gmelina arborea*	Semilla colectada de la mejor procedencia de Danida Ensayo plantado en El Tormento, Campeche, México

Cuadro 2. Características de las especies y procedencias incluidas en el área experimental de International Paper.

Nombre de la fuente	Especies	Descripción de la procedencia
G-386	*Eucalyptus grandis*	Mezcla de 10 familias selectas de Cali, Colombia (Jefferson Smurfit-Cartón de Colombia)
G-2464	*Eucalyptus grandis*	Mezcla sin mejoramiento de la plantación Waterval, E. Transvaal, Sudáfrica (Mondi)
G-5091	*Eucalyptus grandis*	Mezcla de la segunda generación de un huerto semillero clonal, Sudáfrica (Mondi)
G-M5246	*Eucalyptus grandis*	Mezcla del 10% de los árboles mayores en el compartimiento F30 en Waterhoutboom, E. Transvaal, Sudáfrica (Mondi)
U-Egon	*Eucalyptus urophylla*	De Egon, Indonesia. Semillas obtenidas de Plantaciones Forestales del Sureste (Simpson/ Temple Inland, México)
U-Pantar	*Eucalyptus urophylla*	De Pantar, Indonesia. Semillas obtenidas de Plantaciones Forestales del Sureste (Simpson/ Temple Inland, México)
Gmelina	*Gmelina arborea*	Semilla colectada de la mejor procedencia de Danida Ensayo plantado en El Tormento, Campeche, México

1.4 FECHA DE INICIO

Las operaciones iniciaron al final de 1997. Para diciembre de 2002, se habían realizado las siguientes actividades:

- Estructuración y pre operación del proyecto de plantaciones.
- Elaboración de un estudio de mercado de la madera de eucalipto.
- Contratación de 2,216 hectáreas de tierras particulares para las plantaciones.
- Instalación de un vivero tecnificado con capacidad de producción de 12 millones de plantas por año.
- Plantación de 1,700 hectáreas con Eucalyptus grandis y E. urophylla.
- Obtención de subsidios directos del gobierno mexicano para apoyar la plantación de 20,624 hectáreas, por alrededor de 7 millones de USD.

2) Ubicación

El proyecto se ubica a lo largo de la carretera Tuxtepec-Palomares, su centro de operaciones se encuentra en el km 115 de ella, la población más cercana se denomina María Lombardo. La ubicación del área de influencia del proyecto puede observarse en la Figura 1 y los municipios de Veracruz y Oaxaca que abarca en la Figura 2.

Figura 1. Ubicación del proyecto de PLANTEH.

3) Principales características del proyecto

3.1 TIPO DE EMPRESA Y NÚMERO DE EMPLEADOS

Se constituyo como una Sociedad Anónima de Capital Variable (Plantaciones Tehuantepec S. A. de C. V.)

El número de empleados en las oficinas centrales de la Ciudad de México es de seis personas: Director General, Director de Operaciones, Contador, Abogado, auxiliar del Director y chofer.

En las oficinas operativas se tiene a: Director Técnico, Responsables de las áreas de: Plantaciones, Contratación de tierras, Investigación y Protección; Contadora, cocinera y dos veladores; además de siete operadores de tractor, dos choferes, seis peones en el vivero y 10 peones en actividades de campo.

Todas las demás operaciones de campo se realizan a través de contratistas que aportan su propio personal.

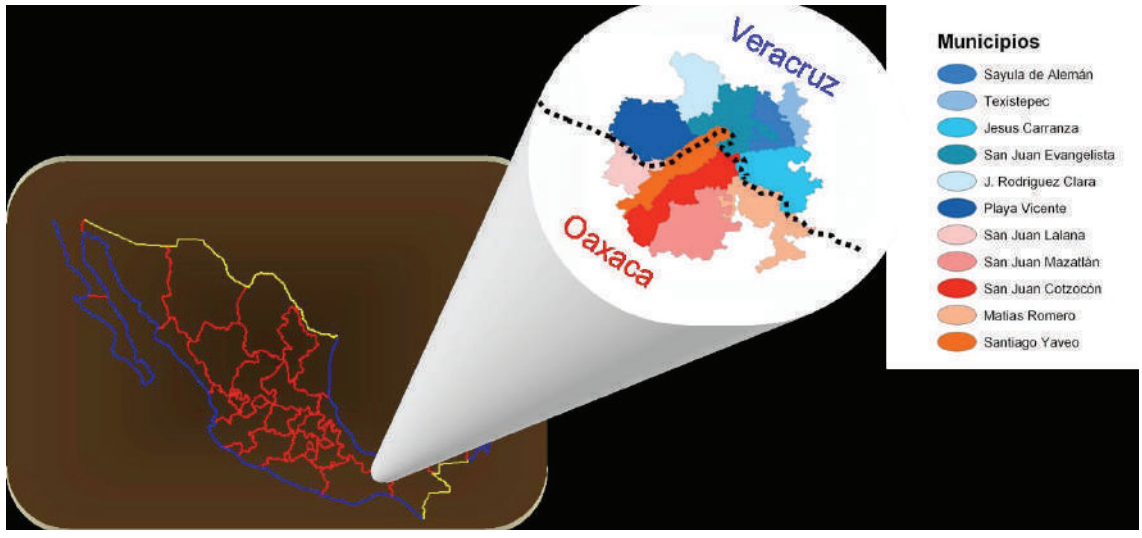


Figura 2. Municipios que abarca el área de influencia del proyecto de PLANTEH.

3.2 PROPIEDAD DE LA TIERRA Y SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO

La empresa realiza las plantaciones en terrenos privados rentados a través de un Contrato de Aparcería Rural por 30 años. Se sabe que actualmente la empresa tiene problemas para acceder a algunos predios por conflictos con sus dueños.

Aunque las metas originales del proyecto eran de 20,624 ha, para mediados de 2006, la empresa había plantado casi 2,600 ha en 16 predios contratados, lo cual puede observarse en el Cuadro 3. Se conoce que esa fue la máxima superficie plantada por PLANTEH. La ubicación de los predios puede verse en la Figura 3.

#	PREDIO	SUPERFICIE PLANTADA	MUNICIPIO	ESTADO
1	Los Mangos	40	San Juan Cotzocón	Oaxaca
2	Santa Teresa	291	Santiago Yaveo	Oaxaca
3	Lichi Viejo	73	Santiago Yaveo	Oaxaca
4	El Rosario	126	Santiago Yaveo	Oaxaca
5	La Colmena	150	Santiago Yaveo	Oaxaca
6	La Estrella	307	Santiago Yaveo	Oaxaca
7	La Esperanza I	317	Santiago Yaveo	Oaxaca
8	Quimixtlán-La Tapatía	89	Santiago Yaveo	Oaxaca
9	El Pital	72	Santiago Yaveo	Oaxaca
10	La Esperanza II	73	Santiago Yaveo	Oaxaca
11	Tenenexpan	36	Santiago Yaveo	Oaxaca
12	San Alfonso	182	Santiago Yaveo	Oaxaca
13	Santa Cristina	11	San Juan Cotzocón	Oaxaca
14	Santa Catalina	526	Santiago Yaveo	Oaxaca
15	Tatahuicapan	216	Playa Vicente	Veracruz
16	El Tesoro	68	Santiago Yaveo	Oaxaca
TOTAL		**2577**		

Cuadro 3. Relación de predios que se incluyen en el proyecto de PLANTEH.

3.3 CLASES DE EDAD Y SUPERFICIE DE CONSERVACIÓN

Las clases de edad que se tenían a diciembre de 2005, pueden observarse para cada especie en el Cuadro 4. Estas van de 1 a 86 meses (0-7.1 años) en general en cada predio se tenía inicialmente una sola edad, pero posteriormente, para aprovechar mejor los predios rentados, se plantaron las áreas con pendientes mayores que inicialmente no se plantaban, por lo cual en algunos de ellos existe más de una clase de edad, pero en rodales separados.

La mayoría de estos predios ya han sido cortados, todos para materias primas celulósicas y la empresa pretende aprovechar los rebrotes.

En cuanto a la superficie de conservación, que son las áreas de cada predio que se mantienen en su estado natural, generalmente para proteger a la vegetación ribereña suman 601 ha, que representan el 23% de las plantadas.

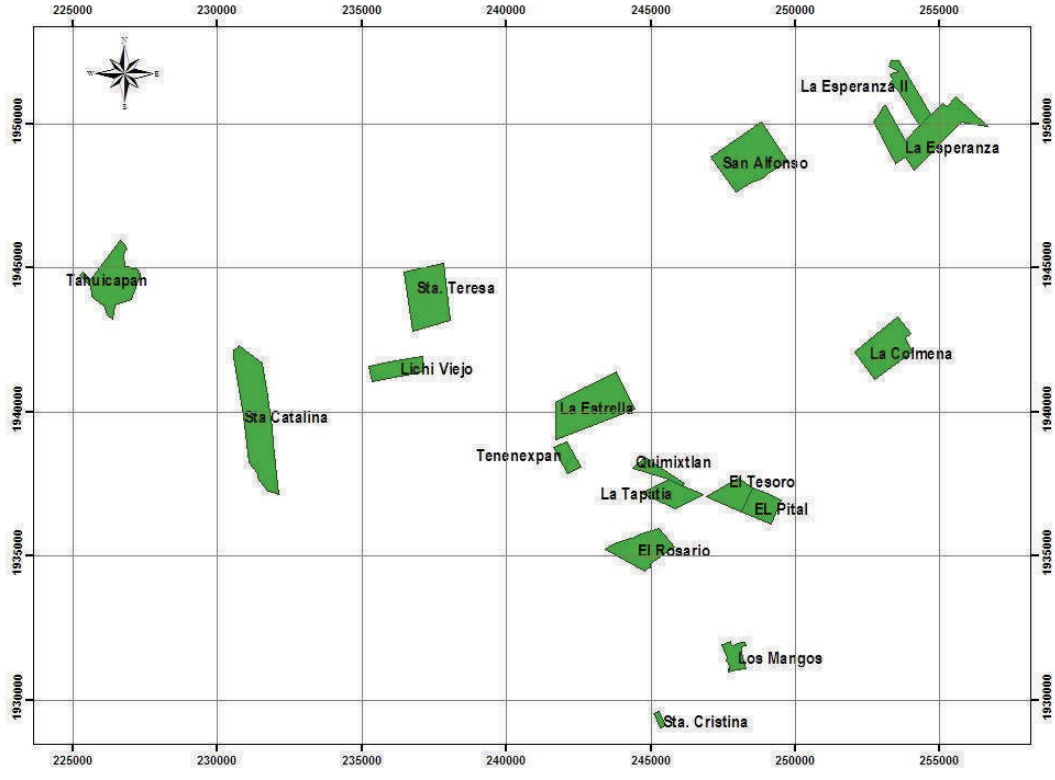


Figura 3. Predios plantados georreferenciados.

3.4 ESPECIES PLANTADAS Y SUPERFICIE POR ESPECIE

Las especies plantadas son Eucalyptus grandis y E. urophylla, en un principio se plantaban en proporciones iguales, pero debido a los resultados prefirieron plantar casi únicamente E. urophylla.

Para la última fecha en la cual se cuenta con datos confiables, se tenían 910 ha de E. grandis y 1,667 de E. urophylla, como puede observarse en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Superficies plantadas por predio, especie y forma de preparación del suelo. Se muestran también las clases de edad existentes en Diciembre de 2005 y las áreas de conservación.

NUM	PREDIO	SUPERFICIE TOTAL	ESPECIE								TOTAL FORESTAL	CONSERVACIÓN
			GRANDIS				UROPHYLLA					
			MECANIZADA		CEPA		MECANIZADA		CEPA			
			SUP.	EDAD[1]	SUP.	EDAD	SUP.	EDAD	SUP.	EDAD		
			(ha)	(meses)	(ha)	(meses)	(ha)	(meses)	(ha)	(meses)		
1.	Los Mangos	50	40	86							40	10
2.	Santa Teresa	300	110	73			13	53	168	38	291	9
3.	Lichi Viejo	100	50	75					23	15	73	27
4.	El Rosario	152	95	77			16 10	77 53	5	15	126	26
5.	La Colmena	211	90	72					50 10	37 17	150	61
6.	La Estrella	330	224	75					17 66	47 41	307	23
7.	La Esperanza	360	139	71			133	66	45	37	317	43
8.	Quimixtlán-La Tapatía	153	56	58			3	54	30	41	89	64
9.	El Pital	100					37	60	30 5	40 13	72	28
10.	La Esperanza II	100	70	65					3	37	73	27
11.	Tenenexpan	50	36	62							36	14
12.	San Alfonso	300					68	47	107 7	42 17	182	118
13.	Santa Cristina	11					10 1	57 40			11	0
14.	Conjunto Santa Catalina	625					325	18	201	18	526	99
15.	Tatahuicapa	236					130	9	86	9	216	20
16	El Tesoro	100					7	1	61	1	68	32
TOTALES		**3178**	**910**	**--**	**0**	**--**	**753**	**--**	**914**	**--**	**2,577**	**601**

[1] Edad calculada a Dic. 2005

3.5 INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL

Oficina y campamento

Se cuenta con un centro de operaciones con oficina y casa para técnicos y visitantes, sala de reuniones, en un terreno 85 ha. En ese mismo espacio se cuenta con bodegas y está instalado el vivero.

El campamento tiene energía eléctrica, líneas telefónicas, y acceso a internet y a televisión por cable. En la Figura 4 pueden observarse dos vistas del campamento.

Figura 4. Campamento de PLANTEH

Viveros

La empresa tiene un vivero con tres naves de invernadero de fabricación canadiense, con capacidad para producir 10 millones de plantas por año y riego automatizado. El vivero cuenta con un área de intemperización o "endurecimiento" de plantas con una superficie de 1.5 ha, niveladas y empedradas y con un sistema de riego por aspersión (Figuras 5 y 6).

Figura 5. Vistas de los invernaderos

Caminos y brechas

Los caminos y brechas principales que conducen a todos los predios fueron construidos antes del inicio del proyecto y están a cargo del municipio; en 2007 y 2008 este solicito apoyos a la empresa, para mantener los caminos, por un monto aproximado de 400 mil pesos. Las brechas de saca que ha construido la empres suman aproximadamente 100 kilómetros Figura 7).

Figura 7. Camino principal y brecha de acceso.

3.6 PRODUCTOS PLANEADOS

El proyecto original contemplaba un 50% de la superficie para materias primas celulósica y otro tanto para madera aserrada; de las hectáreas que finalmente se plantaron, se había informado que el 38% de la superficie plantada se dedicaría a esta última categoría productiva. Sin embargo, como se mencionó arriba, en todas las áreas que se han aprovechado se produjeron trozas para la fabricación de astillas y celulósicos.

3.7 INVERSIÓN ACTUAL Y FUTURA

La inversión que se reportaba hasta el 31 de diciembre de 2007 era de $62´248,075.00 (sesenta y dos millones doscientos cuarenta y ocho mil setenta y cinco pesos 00/100 M. N.).

No se conocen los planes futuros de la empresa, pero se sabe que está experimentando problemas financieros y ha reducido sus operaciones al mínimo.

4) Silvicultura y manejo de las plantaciones

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PAQUETES TECNOLÓGICOS

- Tecnología para la producción de planta en vivero
- Superficie total de viveros
  La superficie total del vivero es de 1.8 ha
- Características físicas y técnicas de los invernaderos

Los invernaderos (3) fueron importados de Quebec, Canadá. La estructura es galvanizada e inoxidable, totalmente desarmable, el techo está cubierto con un plástico entero.
Las naves miden 85 por 9 m (765 m2), con una altura de 4.4 metros; existe ventilación de ambos lados. Los accesos se encuentran en los extremos del. Están diseñados con su equipo de riego, el cual se encuentra integrado. La capacidad de producción es de 592,800 plantas por nave por mes (Figura 8).

Figura 8. Vistas de las naves de los invernaderos.

Características físicas y técnicas de las áreas de intemperización

El área de intemperización del vivero de Plantaciones de Tehuantepec es de 1.5 hectáreas, con una capacidad de 43,568 canastillas que contienen 50 conos cada una, para un total de 2,178 400 plantas intemperizándose durante dos meses.
Esta nivelada con una del 4% para que el agua tenga un buen drenaje y se conserve más seca, disminuyendo así problemas de plagas y enfermedades. Como ya se mencionó cuenta con riego por aspersión (Figura 6)

Características de la infraestructura adicional

El vivero cuenta con infraestructura adicional, para el llenado de contenedores y trasplante, tanque de agua y sanitarios (Figura 9).

Figura 9. Áreas de preparación del sustrato y llenado de envase; tanque de almacenamiento de agua.

Operación del vivero

El vivero está a cargo del Ingeniero responsable del área de plantaciones un técnico encargado de vivero, dos veladores que son los encargados de operar el riego y seis peones para tareas variadas.

Calendario operativo tipo del vivero

La producción de planta realiza en abril a septiembre; de octubre a diciembre se da el mantenimiento a la planta existente; de enero a abril se da mantenimiento a las instalaciones y se prepara el sustrato para la siguiente temporada.

Fuentes de germoplasma

La de Eucalyptus urophylla S.T. Blake procede de un huerto semillero establecido con 30 clones seleccionados y probados, estos árboles fueron seleccionados en grandes plantaciones establecidas con semilla colectada en rodales naturales en la Isla de Flores, Indonesia y cultivados en Ibate, Estado de Sao Paulo, Brasil.
También se ha utilizado semilla de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid. procedente de Atherton, N de Queensland, Australia y de Anhembi, Sao Paulo, Brasil.

Tipos y tamaños de envases o contenedores

Las canastillas tienen una capacidad de 200 conos el material es plástico en color negro. El tamaño del envase es de 66 cm3, con una longitud de 16 cm y 2.54 de diámetro, con cuatro guías para el desarrollo vertical de la raíz. Se consideró el más adecuado para el tamaño de la plántula, el costo del envase, el costo del sustrato y el espacio disponible (Figura 10).

Sustratos para contenedores

La mezcla que se utiliza está compuesta por un 60% de Germinaza® (cascara de coco molida), 10% de Perlita y 30% de composta de corteza de pino, esta mezcla se realiza con la ayuda de una revolvedora (Figura 9 al fondo y 10).
A esta mezcla se la agregan 80 g de fertilizante comercial 17-17-17 (N-P-K) por cada 20 l de Germinaza®. Antes de la siembra es el sustrato es desinfectado con Furadan® (50 ml/20 l de agua).

Figura 10. Charolas y contenedores

Prácticas culturales en invernadero

Los conos se llenan en forma manual, procurando darle una buena compactación, la cual se complementa en el invernadero después de los primero riegos, con un molde especial.

La siembra Se realiza en forma manual, con una jeringa hipodérmica sin aguja, lo que permite colocar de 2 a 4 semillas por contenedor, y se cubre con una capa de 3 a 4 mm de corteza de pino, dando un riego a saturación (Figura 11).

Después de la germinación se aplica el siguiente régimen de fertilización foliar: 9-45-15, por 7 días; 20-30-10, por 3 semanas; 9-35-7, espaciados cada 4 días, hasta los 60 días; y 23-10-21, cada 6 días.

Durante los primeros 45 días se aplican diferentes fungicidas, para evitar crear resistencia a uno solo (Captan, Benlate, Cupravit, Sinet, Banrot®). Además del Furadan®, que se utiliza para desinfectar al sustrato, también se aplican Lannate® y Lorsban 480®, para combatir grillos y gusanos defoliadores.

Se aplica riego a saturación dos o tres veces al día, dependiendo de la temperatura. Una vez que las plantas alcanzan de 10 a 12 cm de altura, se separan, dejando plantas por charola, lo que representa el 25% del número original (200).

Figura 11. Siembra de contenedores con jeringa.

Cuidados en áreas de intemperización

Cuando las plantas alcanzan de 15 a 18 cm (30 días) en el invernadero, se trasladan al área de intemperización, buscando que las plantas alcancen una mayor lignificación y se adapten al ambiente, previamente a su plantación en el terreno (60 días o más).

El riego se aplica a discreción, según se detecte la necesidad (Figura 6).

Estándares de calidad de planta

Previo a su envío al campo la planta se selecciona dejando sólo aquellas con 30 cm de altura y 3 mm de diámetro al cuello. Las charolas se llenan nuevamente con 200 plantas para su transporte, el cual se realiza en remolques con capacidad de 138 charolas (33,600 plantas por viaje), diseñados especialmente para que la planta no sufra daños (Figura 12).

Figura 12. Remolque para transportar planta al área de inemperización y al sitio de plantación.

Tecnología para el establecimiento y mantenimiento de la plantación

Tipo de preparación del terreno y Maquinaria utilizada

La preparación se inicia con el desmonte del acahual, cuando existe, el cual se realiza con la cuchilla frontal de un tractor bulldozer D-5, amontonando los desperdicios a las orillas de los arroyos.

Después se realiza un subsoleo con tractor agrícola, con un rastrillo de tres ganchos separados 30 cm, los cuales penetran entre 30-60 cm. Únicamente se subsolean las líneas de plantación, las cuales se separan a tres m. El tipo de tractores e implementos que se usan pueden verse en la Figura 13.

Antes de la plantación se aplica herbicida (Glifosato®), a una dosis de cinco litros por ha, en 400 l de agua.

Equipo para el transporte de la planta

Como ya se mencionó antes, la planta se acarrea en carretones con una capacidad de 168 charolas de 200 plantas (33,600), remolcados por vehículos de tres toneladas (Figura 12).

Figura 13. Tractores e implementos usados para la preparación del terreno.

Método y época de plantación y densidad de plantación

Se realiza por equipos de tres personas. Sobre cada línea de subsoleo, una persona mide la distancia (3 m entre planta); y abre un hoyo con una espada o "espeque", la segunda coloca una planta por cepa, y la tercera apisona el suelo y cuida la verticalidad de la planta y que el cepellón quede bien enterrado.

Considerando que la separación entre líneas es también de tres metros, eso da un espaciamiento de 3x3 m, y una densidad de 1,111 árboles por ha (Figura 14)

Combate de malezas

Después de dos meses de plantado se le dan tres limpias manuales en un periodo de un año. Después se realizan tres operaciones. Entre las líneas de árboles se da un paso de chapeadora tirada por tractor agrícola; después se dan dos pasos con rastra agrícola. Entre árboles solamente se realiza chaponeo manual con machete. A partir del tercer año ya no se requiere deshierbar (Figura 14).

Figura 14. Tractor con chapeadora mecánica; deshierbes manual y con herbicida. Se observa también la separación entre árboles y líneas de plantación.

Condiciones para replantar

Para decidir el replante se realizan inspecciones oculares al mes y a los tres meses y se reponen las plantas muertas. Posteriormente, se efectúa evaluación de la sobrevivencia por auditores externos y por el Gobierno Federal, dentro del programa de subsidios.

Aclareos y podas

En las plantaciones para celulósicos no se tenían contemplados ni aclareos ni podas. En el programa de otros

productos maderables, estos tratamientos se pensaba decidirlos con base en los resultados de parcelas de espaciamiento, aclareos y podas, algunas de las cuales ya se habían establecido.
Sin embargo, ya se comentó antes que todas las plantaciones sólo se han comercializado para celulósicos y fibras.

Tratamientos de fertilización y riegos

Al mes y a los tres meses de la plantación se realiza una fertilización con la dosis de 20-20-10, aplicando 80 g/árbol, en un círculo de 30 cm de diámetro alrededor del tallo.

Programa de protección contra incendios; equipo y herramienta utilizados

Se establece un programa anual de protección, vigilancia, detección y combate contra incendios forestales, que inicia en febrero y termina en junio, con la contratación de tres brigadas de 10 elementos cada una, con los que se limpian 200 kilómetros de brechas cortafuegos de 3.5 m de ancho, que circundan los predios plantados (líneas limpias de vegetación, conocidas como gurdarayas).
Se realizan recorridos continuos y no se cuenta con torres de observación. Se han tenido pocos eventos, que se han combatido directamente con herramienta manual, bombas aspersoras manuales y se cuenta con dos tanques de agua transportables, de 1 500 litros cada uno.

Plagas, enfermedades y otros daños

Se realizan recorridos de detección. Las hormigas arrieras se combaten detectando los nidos y aplicando Patrón®.
Todos los predios se cercan para protegerlos del ingreso de ganado. En la mayoría de los casos se usan postes vivos.
Eventualmente se presentan plantas trepadoras que estrangulan los árboles y que deben eliminarse manualmente durante el deshierbe. También se ha detectado un cancro producido por el hongo Chrysoporthe cubensis, que llega a matar los árboles y les reduce el crecimiento (Figura 15).

Figura 15. Trepadora estrangulante. Cancro Chrysoporthe cubensis.

Tecnología para la cosecha de la plantación

- ***Densidad y especificaciones de caminos***

Los caminos y brechas que se construyen tienen una densidad de aproximadamente 20 metros por ha; en la Figura 7 se presentó una vista de los tipos de caminos que se construyen.

- ***Maquinaria, equipo y herramienta para el abastecimiento***

Para el derribo se utilizan motosierras. Inicialmente se hicieron pruebas para descortezar en forma manual y semimecanizada (Figura 16).

Figura. Derribo y descortezado manual y semimecanizado.

Se cuenta con cuatro tractores nuevos que mueven dos procesadoras marca Hypro que descortezan, desraman y dimensionan la madera (Figura 17). También se tienen tres cargadoras marca Farmi, acopladas tractor agrícola (Figura 18).

Figura 17. Desramado, descortezado y dimensionado de trozas con implemento Hypro.

Figura 18. Cargadora acoplada a tractor agrícola.

- ***Maquinaria y equipo de transporte***

Dentro de la plantación se transporta con camiones tipo "tortón" o rabones, y con tracto camiones, dependiendo de las facilidades de acceso (Figura 19).

Figura 19. Transporte de trocería en camión "rabón" y tracto camión

- ***Especificaciones de áreas de concentración de productos y materias primas***

Se cuenta con patio de concentración de productos con una superficie de cinco ha, con capacidad para almacenar hasta ocho mil metros cúbicos de madera (Figura 20).

Figura 19. Carga en el patio de concentración

4.2 CRECIMIENTOS, DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS Y TURNOS DETERMINADOS

Tablas de volúmenes

En un estudio realizado específicamente en esta plantación se derribaron y seccionaron 138 árboles, de acuerdo con la distribución que se existente (diámetros de 10 a 30 cm), que sirvieron para construir ecuaciones de volúmenes y porcentaje de corteza. También se ajusto un modelo para estimar la altura de árboles en función de su diámetro (Reyes-Valdovinos, 2006).

- ***Modelos para calcular la altura de árboles individuales a los que no se les midió directamente esta característica***

Si se tienen mediciones de alturas dominantes de las parcelas o predios (A) y los diámetros de los árboles, la estimación de alturas (H), puede realizarse con la siguiente ecuación:

$$H = 4.985278 \times A^{0.581738} \left(1 - e^{-0.076197 \times D}\right)$$

Si sólo se tienen datos de diámetros puede utilizarse la forma simple:

$$H = 57.9738 \times \left(1 - e^{-0.028775 \times D}\right)$$

- ***Modelos para la estimación del volumen total de árboles individuales de cualquiera de las dos especies, en función del diámetro y la altura (en el Cuadro 5 se presenta una tabla de volúmenes)***

Ecuación de Schumaecher-Hall corregida por heterostedasticidad:

Ecuación de Schumaecher-Hall corregida por heterostedasticidad:

$$V = (0.000037) \times (D^{1.908525}) \times (H^{1.056786})$$

Donde: V : es el volumen total del fuste en m3; D : es el diámetro normal en cm; y H : es la altura total del árbol en m.

- ***Porcentaje de corteza***

Debido a que el volumen calculado con el modelo anterior incluye a la corteza, la estimación del volumen sin corteza puede realizarse con los siguientes factores de corrección.

ESPECIE	PORCENTAJE DE CORTEZA
Eucalyptus grandis	13 %
Eucalyptus urophylla	10 %

Cuadro 5. Tabla de volumen con corteza para Eucalyptus grandis y E. urophylla en m3

DIAM (cm)	ALTURAS (m)																												
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
6	0,00751	0,00883	0,01017	0,01152	0,01288	0,01425	0,01562	0,01700	0,01838	0,01977	0,02117	0,02257	0,02398	0,02539	0,02680	0,02822	0,02964	0,03107	0,03250	0,03393	0,03537	0,03681	0,03825	0,03969	0,04114	0,04259	0,04405	0,04550	0,04696	0,04842
7	0,01007	0,01186	0,01366	0,01547	0,01729	0,01912	0,02096	0,02281	0,02467	0,02654	0,02841	0,03029	0,03218	0,03407	0,03597	0,03787	0,03978	0,04170	0,04361	0,04554	0,04747	0,04940	0,05133	0,05327	0,05522	0,05716	0,05911	0,06107	0,06302	0,06498
8	0,01300	0,01530	0,01762	0,01996	0,02231	0,02467	0,02705	0,02944	0,03184	0,03424	0,03666	0,03909	0,04152	0,04396	0,04641	0,04887	0,05133	0,05380	0,05628	0,05876	0,06124	0,06374	0,06623	0,06874	0,07124	0,07376	0,07627	0,07879	0,08132	0,08385
9	0,01628	0,01916	0,02206	0,02499	0,02793	0,03089	0,03387	0,03686	0,03986	0,04288	0,04590	0,04894	0,05199	0,05505	0,05811	0,06119	0,06427	0,06736	0,07046	0,07357	0,07668	0,07980	0,08293	0,08606	0,08920	0,09235	0,09550	0,09866	0,10182	0,10499
10	0,01991	0,02343	0,02698	0,03056	0,03416	0,03777	0,04141	0,04507	0,04874	0,05243	0,05613	0,05984	0,06357	0,06731	0,07106	0,07482	0,07859	0,08237	0,08616	0,08996	0,09376	0,09758	0,10140	0,10523	0,10907	0,11292	0,11677	0,12063	0,12450	0,12837
11	0,02388	0,02810	0,03236	0,03665	0,04097	0,04531	0,04968	0,05406	0,05847	0,06289	0,06733	0,07178	0,07625	0,08074	0,08523	0,08974	0,09427	0,09880	0,10335	0,10790	0,11247	0,11705	0,12163	0,12623	0,13083	0,13544	0,14007	0,14470	0,14933	0,15398
12	0,02819	0,03318	0,03821	0,04327	0,04837	0,05350	0,05865	0,06383	0,06903	0,07425	0,07949	0,08475	0,09003	0,09532	0,10063	0,10596	0,11130	0,11665	0,12202	0,12740	0,13279	0,13819	0,14360	0,14903	0,15447	0,15991	0,16537	0,17084	0,17631	0,18180
13	0,03285	0,03866	0,04452	0,05042	0,05636	0,06233	0,06833	0,07436	0,08042	0,08651	0,09261	0,09874	0,10489	0,11106	0,11724	0,12345	0,12967	0,13590	0,14216	0,14842	0,15470	0,16100	0,16731	0,17363	0,17996	0,18631	0,19266	0,19903	0,20541	0,21180
14	0,03784	0,04453	0,05128	0,05808	0,06492	0,07180	0,07871	0,08566	0,09264	0,09965	0,10668	0,11374	0,12082	0,12793	0,13506	0,14220	0,14937	0,15655	0,16375	0,17097	0,17821	0,18546	0,19273	0,20001	0,20730	0,21461	0,22194	0,22927	0,23662	0,24398
15	0,04316	0,05080	0,05850	0,06625	0,07406	0,08190	0,08979	0,09772	0,10568	0,11367	0,12170	0,12975	0,13783	0,14593	0,15406	0,16222	0,17039	0,17859	0,18680	0,19504	0,20329	0,21156	0,21985	0,22816	0,23648	0,24482	0,25317	0,26154	0,26992	0,27832
16	0,04882	0,05746	0,06617	0,07494	0,08376	0,09264	0,10156	0,11053	0,11953	0,12857	0,13765	0,14676	0,15590	0,16506	0,17426	0,18348	0,19273	0,20199	0,21129	0,22060	0,22994	0,23929	0,24867	0,25806	0,26748	0,27691	0,28636	0,29582	0,30530	0,31480
17	0,05481	0,06451	0,07428	0,08413	0,09404	0,10401	0,11402	0,12409	0,13420	0,14435	0,15454	0,16476	0,17502	0,18531	0,19563	0,20599	0,21637	0,22677	0,23721	0,24766	0,25814	0,26865	0,27917	0,28972	0,30029	0,31088	0,32148	0,33211	0,34276	0,35342
18	0,06113	0,07194	0,08285	0,09383	0,10488	0,11599	0,12717	0,13839	0,14966	0,16098	0,17235	0,18375	0,19519	0,20667	0,21818	0,22973	0,24130	0,25291	0,26455	0,27621	0,28790	0,29961	0,31135	0,32311	0,33490	0,34671	0,35854	0,37039	0,38226	0,39415
19	0,06777	0,07976	0,09185	0,10403	0,11628	0,12860	0,14099	0,15343	0,16593	0,17848	0,19108	0,20373	0,21641	0,22914	0,24190	0,25470	0,26754	0,28040	0,29330	0,30623	0,31919	0,33218	0,34520	0,35824	0,37130	0,38440	0,39751	0,41065	0,42381	0,43700
20	0,07474	0,08797	0,10130	0,11473	0,12824	0,14183	0,15549	0,16921	0,18300	0,19684	0,21074	0,22468	0,23867	0,25270	0,26678	0,28090	0,29505	0,30924	0,32347	0,33773	0,35202	0,36634	0,38070	0,39508	0,40949	0,42393	0,43840	0,45289	0,46740	0,48194
21	0,08204	0,09655	0,11118	0,12592	0,14075	0,15567	0,17066	0,18573	0,20086	0,21605	0,23130	0,24661	0,26196	0,27737	0,29282	0,30831	0,32385	0,33942	0,35504	0,37069	0,38638	0,40210	0,41785	0,43364	0,44946	0,46530	0,48118	0,49708	0,51302	0,52898
22	0,08965	0,10552	0,12151	0,13761	0,15382	0,17012	0,18651	0,20297	0,21951	0,23611	0,25278	0,26950	0,28628	0,30312	0,32000	0,33693	0,35391	0,37094	0,38800	0,40510	0,42225	0,43943	0,45665	0,47390	0,49119	0,50851	0,52586	0,54324	0,56065	0,57809
23	0,09759	0,11486	0,13227	0,14980	0,16744	0,18519	0,20302	0,22095	0,23894	0,25702	0,27516	0,29336	0,31163	0,32996	0,34834	0,36677	0,38525	0,40378	0,42235	0,44097	0,45964	0,47834	0,49708	0,51586	0,53468	0,55353	0,57242	0,59134	0,61029	0,62927
24	0,10585	0,12458	0,14346	0,16248	0,18161	0,20086	0,22020	0,23964	0,25916	0,27877	0,29844	0,31819	0,33800	0,35788	0,37781	0,39780	0,41785	0,43795	0,45809	0,47829	0,49853	0,51881	0,53914	0,55951	0,57992	0,60037	0,62085	0,64137	0,66193	0,68252
25	0,11443	0,13467	0,15508	0,17564	0,19633	0,21713	0,23805	0,25906	0,28016	0,30135	0,32262	0,34397	0,36539	0,38687	0,40842	0,43003	0,45170	0,47343	0,49521	0,51704	0,53892	0,56085	0,58283	0,60484	0,62691	0,64901	0,67116	0,69334	0,71556	0,73782
26	0,12332	0,14514	0,16714	0,18929	0,21159	0,23401	0,25655	0,27919	0,30194	0,32478	0,34770	0,37071	0,39379	0,41694	0,44017	0,46346	0,48681	0,51023	0,53370	0,55723	0,58081	0,60444	0,62813	0,65186	0,67563	0,69946	0,72332	0,74723	0,77118	0,79517
27	0,13253	0,15598	0,17962	0,20343	0,22739	0,25149	0,27571	0,30005	0,32449	0,34903	0,37367	0,39839	0,42320	0,44808	0,47304	0,49807	0,52317	0,54834	0,57356	0,59885	0,62419	0,64959	0,67504	0,70054	0,72610	0,75170	0,77735	0,80304	0,82878	0,85456
28	0,14206	0,16719	0,19253	0,21805	0,24373	0,26956	0,29553	0,32161	0,34781	0,37412	0,40053	0,42703	0,45362	0,48029	0,50704	0,53387	0,56078	0,58775	0,61479	0,64189	0,66905	0,69628	0,72356	0,75089	0,77828	0,80572	0,83322	0,86076	0,88835	0,91598
29	0,15190	0,17877	0,20587	0,23316	0,26062	0,28824	0,31600	0,34389	0,37190	0,40003	0,42827	0,45661	0,48504	0,51356	0,54217	0,57085	0,59962	0,62846	0,65737	0,68635	0,71540	0,74450	0,77368	0,80290	0,83219	0,86153	0,89093	0,92038	0,94988	0,97943
30	0,16205	0,19072	0,21963	0,24874	0,27804	0,30750	0,33712	0,36688	0,39676	0,42677	0,45690	0,48713	0,51746	0,54789	0,57840	0,60901	0,63970	0,67047	0,70131	0,73223	0,76321	0,79427	0,82539	0,85657	0,88782	0,91912	0,95048	0,98190	1,01337	1,04489
31	0,17252	0,20304	0,23381	0,26480	0,29599	0,32736	0,35889	0,39057	0,42239	0,45433	0,48640	0,51859	0,55088	0,58327	0,61576	0,64834	0,68101	0,71376	0,74660	0,77951	0,81250	0,84556	0,87869	0,91189	0,94515	0,97848	1,01186	1,04531	1,07881	1,11237
32	0,18329	0,21572	0,24842	0,28135	0,31448	0,34781	0,38131	0,41497	0,44877	0,48272	0,51679	0,55098	0,58529	0,61970	0,65422	0,68884	0,72355	0,75835	0,79324	0,82821	0,86326	0,89838	0,93358	0,96885	1,00419	1,03960	1,07507	1,11061	1,14620	1,18186
33	0,19438	0,22877	0,26344	0,29836	0,33351	0,36885	0,40437	0,44007	0,47592	0,51191	0,54805	0,58431	0,62069	0,65719	0,69379	0,73051	0,76732	0,80422	0,84122	0,87830	0,91547	0,95272	0,99005	1,02746	1,06493	1,10248	1,14010	1,17779	1,21553	1,25335
34	0,20578	0,24218	0,27889	0,31586	0,35306	0,39047	0,42808	0,46587	0,50382	0,54193	0,58018	0,61857	0,65708	0,69572	0,73447	0,77334	0,81230	0,85137	0,89054	0,92980	0,96915	1,00858	1,04810	1,08770	1,12737	1,16712	1,20694	1,24684	1,28680	1,32683
35	0,21748	0,25596	0,29475	0,33382	0,37314	0,41268	0,45243	0,49237	0,53248	0,57275	0,61318	0,65375	0,69446	0,73529	0,77625	0,81732	0,85851	0,89980	0,94120	0,98269	1,02427	1,06595	1,10772	1,14957	1,19150	1,23351	1,27560	1,31776	1,36000	1,40230
36	0,22950	0,27010	0,31104	0,35226	0,39375	0,43548	0,47742	0,51957	0,56189	0,60439	0,64705	0,68986	0,73282	0,77591	0,81913	0,86247	0,90593	0,94950	0,99318	1,03697	1,08085	1,12483	1,16890	1,21307	1,25731	1,30165	1,34606	1,39055	1,43512	1,47976
37	0,24182	0,28460	0,32773	0,37118	0,41489	0,45886	0,50305	0,54746	0,59206	0,63684	0,68179	0,72690	0,77216	0,81756	0,86310	0,90877	0,95456	1,00048	1,04650	1,09264	1,13888	1,18522	1,23165	1,27819	1,32481	1,37152	1,41832	1,46520	1,51216	1,55920
38	0,25444	0,29946	0,34485	0,39056	0,43656	0,48282	0,52932	0,57604	0,62297	0,67009	0,71739	0,76485	0,81248	0,86025	0,90817	0,95622	1,00441	1,05272	1,10114	1,14969	1,19834	1,24710	1,29596	1,34493	1,39398	1,44314	1,49238	1,54170	1,59112	1,64061
39	0,26737	0,31468	0,36237	0,41041	0,45874	0,50736	0,55622	0,60532	0,65463	0,70415	0,75385	0,80372	0,85377	0,90397	0,95433	1,00482	1,05546	1,10622	1,15711	1,20812	1,25925	1,31048	1,36183	1,41328	1,46483	1,51648	1,56823	1,62006	1,67199	1,72400
40	0,28061	0,33026	0,38031	0,43072	0,48145	0,53247	0,58376	0,63529	0,68704	0,73901	0,79117	0,84351	0,89604	0,94872	1,00157	1,05457	1,10771	1,16098	1,21439	1,26793	1,32159	1,37536	1,42925	1,48325	1,53735	1,59156	1,64586	1,70026	1,75476	1,80935
41	0,29415	0,34620	0,39866	0,45151	0,50469	0,55817	0,61193	0,66594	0,72019	0,77467	0,82934	0,88422	0,93927	0,99451	1,04990	1,10546	1,16116	1,21701	1,27299	1,32911	1,38536	1,44173	1,49822	1,55482	1,61154	1,66836	1,72528	1,78231	1,83944	1,89666
42	0,30800	0,36249	0,41743	0,47276	0,52844	0,58444	0,64073	0,69729	0,75409	0,81113	0,86838	0,92583	0,98348	1,04131	1,09931	1,15748	1,21581	1,27429	1,33291	1,39167	1,45056	1,50958	1,56873	1,62800	1,68738	1,74688	1,80648	1,86619	1,92601	1,98592
43	0,32214	0,37914	0,43660	0,49447	0,55271	0,61128	0,67016	0,72931	0,78873	0,84838	0,90826	0,96836	1,02865	1,08914	1,14981	1,21065	1,27165	1,33282	1,39413	1,45559	1,51719	1,57892	1,64079	1,70278	1,76489	1,82712	1,88946	1,95191	2,01447	2,07714
44	0,33659	0,39615	0,45618	0,51665	0,57750	0,63870	0,70022	0,76203	0,82410	0,88643	0,94900	1,01179	1,07479	1,13799	1,20138	1,26495	1,32869	1,39260	1,45666	1,52088	1,58524	1,64974	1,71438	1,77915	1,84405	1,90907	1,97421	2,03946	2,10483	2,17031
45	0,35134	0,41351	0,47618	0,53929	0,60281	0,66669	0,73090	0,79542	0,86022	0,92528	0,99059	1,05613	1,12189	1,18786	1,25403	1,32038	1,38692	1,45363	1,52050	1,58753	1,65471	1,72204	1,78951	1,85712	1,92486	1,99273	2,06072	2,12884	2,19707	2,26541

Modelos de crecimiento

En un estudio realizado en las plantaciones de PLANTEH, se generaron modelos de crecimiento para altura dominante (índice de sitio), área basal, diámetro cuadrático y mortalidad, y crecimiento en volumen (Gómez-Tejero, 2007).

- ***Modelo de crecimiento en altura dominante***

Uno de los componentes más relevantes, que define en gran medida la capacidad de predicción de un sistema de crecimiento y rendimiento maderable, son los modelos de crecimiento en altura dominante. Esta variable está altamente relacionada con el volumen total y permite caracterizar al sitio por su calidad, con base en Índice de Sitio (altura de los árboles dominantes de un rodal a una edad base de referencia).

Con base en regresión de mínimos cuadrados se estimaron los parámetros de crecimiento promedio utilizando la estructura de Hossfeld IV de la forma:

$$A_i = \alpha_0 \times \left(1 + \exp\left(\hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_{1u} I_u\right) \times \exp\left(-\left(\hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_{2u} I_u\right) \times \ln\left(E_i\right)\right)\right)^{-1} + \varepsilon_i$$

Donde: Ai es la altura dominante en metros de la i-ésima observación; Ei es la edad en meses y

$\hat{\boldsymbol{\alpha}} = (\alpha_0, \alpha_1, \alpha_{1u}, \alpha_2, \alpha_{2u})^T$ es el vector de parámetros a estimar, $\hat{\boldsymbol{\alpha}} = (\alpha_0, \alpha_1, \alpha_{1u}, \alpha_2, \alpha_{2u})^T$, y y son los estimados de los parámetros asociados a Eucalyptus urophylla que se adicionan a los parámetros globales y , que describen el crecimiento de Eucalyptus grandis, es el error aleatorio.

Los resultados de la validación de la proyección de las familias de curvas llevaron a definir una familia anamórfica para Eucalyptus grandis de la forma (ecuación 2):

$$A_p = A_I \left(\frac{1 + \exp\left(\alpha_1 - \alpha_2 \times \ln E_I\right)}{1 + \exp\left(\alpha_1 - \alpha_2 \times \ln E_P\right)} \right)$$

Donde: Ap es la altura dominante proyectada de la edad inicial EI, a la edad de proyección Ep , cuya altura dominante inicial es AI.

Para Eucalyptus urophylla la familia polimórfica derivada a partir del parámetro α1 probó ser más eficiente para proyectar la los patrones de crecimiento de altura dominante y es de la forma:

$$A_p = \alpha_0 \Big/ \left[1 + \left(\left(\frac{\alpha_0}{A_I} - 1\right) \times \left(\frac{E_I}{E_P}\right)^{(\alpha_2 + \alpha_{2u})}\right)\right]$$

Nótese en signo de división " / " que separa α0 del resto de la expresión

Ambos modelos (2 y 3) implican una ecuación de IS, que sucede cuando $A_p = \delta$ y $E_p = E_b$, donde Eb es la edad base.

Los parámetros estimados para estas familias son: α_0 =40, α_1 =3.162695, α_2 =0.808662, α_{1u} =3.432023 y α_{2u} =0.911396, los cuales pueden substituirse directamente en los modelos 2 y 3, según corresponda.
En las Figuras 20 y 21 pueden verse algunas familias de Índice de Sito generadas con estos modelos.

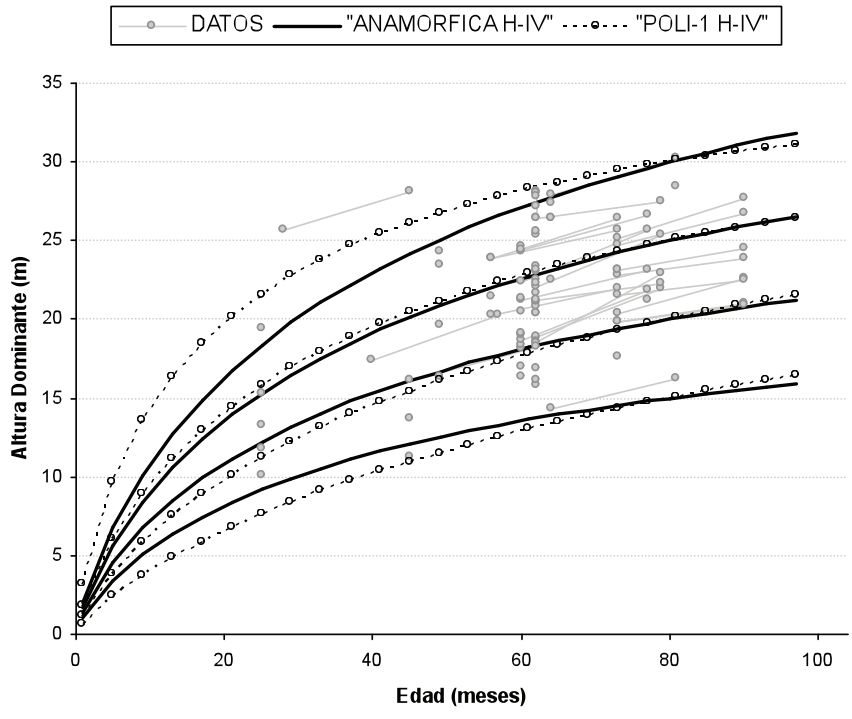


Figura 20. Familias de IS de 20, 25, 30 y 35 m, a la edad base de 80 meses. Familias anamórfica y polimórfica 1 de Hossfeld IV para Eucalyptus grandis.

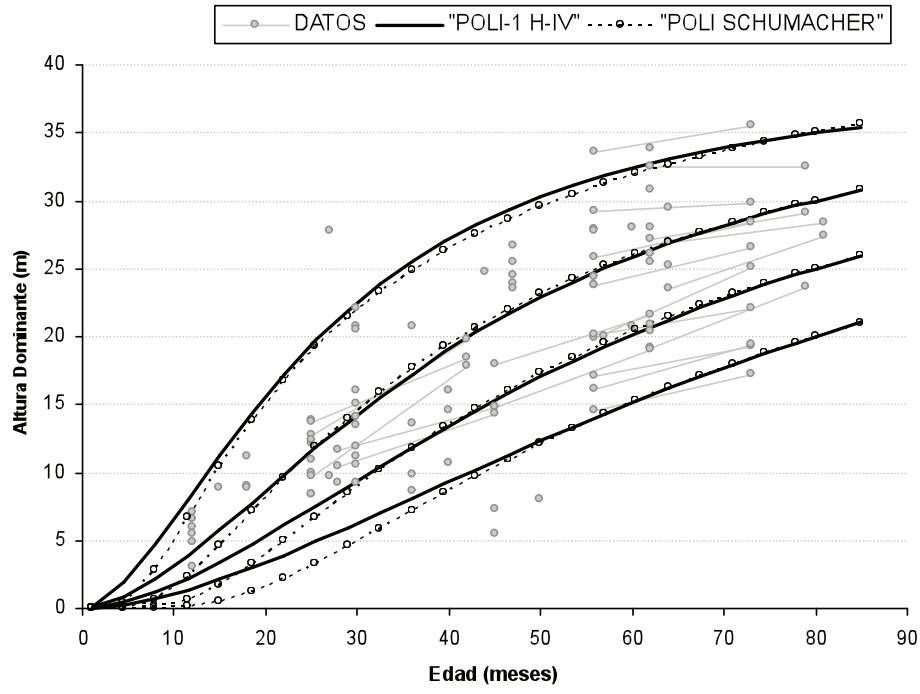


Figura 21. Familias de IS de 15, 20, 25 y 30 m, a la edad base de 80 meses. Familias polimórfica 1 de Hossfeld IV y polimórfica de Schumacher para Eucalyptus urophylla.

- ***Modelo de crecimiento en área basal***

Para estimar el crecimiento en rodales naturales o plantaciones se requiere de modelos que representen la densidad, misma que puede evaluarse de forma absoluta, a través del área basal y de la mortalidad, o de forma relativa a través de Índices de Densidad.

Para los datos de área basal se decidió ajustar un modelo de regresión no lineal múltiple de tipo Schumacher:

$$AB_i = \beta_0 \times \exp\left(\left(-\beta_1 + \beta_2 \times A_i + \beta_3 \times N_i\right)\frac{1}{E_i}\right) + \varepsilon_i$$

Donde: ABi es el área basal en m2 ha-1 en la i-ésima observación, Ni es el número de árboles vivos por ha, y $\hat{\mathbf{a}} = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3)^T$ es el vector de parámetros a estimar, los demás parámetros y variables ya fueron definidos anteriormente.

Este modelo bajo diferencia algebraica a partir del parámetro β_0 puede convertirse en un modelo de proyección de la forma:

$$AB_p = AB_i \times \frac{\exp\left(\left(-\beta_1 + \beta_2 \times A_p + \beta_3 \times N_p\right)\frac{1}{E_p}\right)}{\exp\left(\left(-\beta_1 + \beta_2 \times A_I + \beta_3 \times N_I\right)\frac{1}{E_I}\right)}$$

Donde: ABp es el área basal proyectada de la edad Inicial EI, a la edad de proyección Ep, cuya área basal inicial es ABI., NI es el número de fustes vivos por ha a la edad Ei, Np es el número de fustes vivos por ha a la edad Ep.

También es posible definir un modelo de proyección de diferencia algebraica a partir de de la forma:

$$AB_p = \beta_0 \times \exp\left(\left(\beta_2 \times A_p + \beta_3 \times N_p\right)\frac{1}{E_p}\right) \times \left(\frac{AB_i}{\beta_0 \times \exp\left(\left(\beta_2 \times A_I + \beta_3 \times N_I\right)\frac{1}{E_I}\right)}\right)^{\frac{E_I}{E_P}}$$

Los parámetros estimados para estos modelos (4, 5 y 6) son: β_0 =15.50543, β_1 =101.366, β_2 =2.221129 y β_3 =0.049828, los cuales pueden substituirse directamente en ellos, según corresponda.

- ***Modelo de Diámetro cuadrático y mortalidad***

Durante la remedición de las parcelas del 2006 no se encontró evidencia de mortalidad por auto aclareo. Sin embargo, es posible que ésta se presente si se da a las plantaciones el tiempo suficiente para llegar a una etapa madura. Para estimar la mortalidad aproximada de los rodales se usa como base al diámetro cuadrático Dq ajustado bajo el siguiente modelo de crecimiento de la forma

$$D_{q(i)} = \delta_0 \times A_i^{\delta_1} \exp\left(-\frac{\delta_2}{E_i}\right) + \varepsilon_i$$

Donde $D_{q(i)}$ es el diámetro cuadrático en cm en el i-ésimo sitio, $\ddot{\mathbf{a}} = (\delta_0, \delta_1, \delta_2)^T$ es el vector de parámetros a estimar, lo demás ya fue definido anteriormente.

Por definición se sabe que $D_q = \sqrt{\frac{AB}{N}\frac{40000}{\pi}}$; así, el número de fustes vivos por ha es $N = \frac{40000}{\pi}\frac{AB}{D_q^2}$ de forma que al sustituir (7) en la expresión anterior se tiene:

$$N_c = \frac{40000}{\pi}\frac{AB}{\left(\delta_0 \times A_i^{\delta_1} \exp\left(-\delta_2 \times E^{-1}\right)\right)^2}$$

Donde: Nc es el número de árboles vivos remanentes por ha, lo demás ya fue definido.

Para obtener Nc es necesario simular la mortalidad usando en (8) la estimación de AB y D_q a una densidad inicial dada y sin mortalidad a diferentes edades. Los valores de Nc fluctuarán en edades jóvenes por arriba de la densidad plantada, como en bosques naturales, por lo que se asume que no existe mortalidad.

En algún momento Nc < N establecidos, y es aquí en donde se considera empieza a suceder la mortalidad teórica por auto aclareo. Con esta mortalidad teórica se procede a recalcular el AB a partir del punto en que inicia la mortalidad de forma monotónica y decreciente. Estos valores de AB serán conservadores comparados con los datos que no asumen mortalidad natural, sobre todo en la fase asintótica del modelo.

Los parámetros estimados para estos modelos (7 y 8) son: δ_0 =3.286919, δ_1 =0.514036 y δ_2 =8.614155, los cuales pueden substituirse directamente en ellos, según corresponda

Modelo de crecimiento en volumen total (producto: 1.3.).

Para el modelo de volumen total árbol por ha se opto por el siguiente modelo de predicción total:

$$V_i = \gamma_0 \times B_i^{\gamma_1} A_i^{\gamma_2} + \varepsilon_i$$

Donde Vi es el volumen rollo total árbol en m3 ha-1 por sitio; lo demás ya fue definido anteriormente.

El modelo propuesto es simple y dado que está ligado a dos variables dinámicas (AB y A), es el modelo de proyección. Este modelo se escogió además para simplificar los cálculos de volumen total por ha durante el inventario, cuando no se conoce la edad de la plantación.

Los parámetros estimados para este modelo (9) son: γ_0 =0.952163, γ_1 =1.095092 y γ_2 =0.660795, los cuales pueden substituirse directamente en él.

Distribución de productos

Estudios realizados en esta plantación, proporcionaron información sobre la distribución posible de productos, para las dos especies y diferentes calidades del sitio, que se presentan en este apartado. También sobre turnos productivos y productividad de la plantaciones, que se presentan en los dos apartados siguientes, respectivamente (Telles, 2006; Telles, et al., 2008).

Con relación a la distribución de productos, el comportamiento de esta puede visualizarse en la Figura 22. El rendimiento es afectado considerablemente por la calidad de sitio (índice de sitio; IS), teniendo una diferencia hasta de 50 m3·ha-1. En general, el volumen no comercial decrece rápidamente y se estabiliza a partir de los 72 meses (seis años).

En rodales con buen crecimiento (IS 28) el volumen de madera sólida comienza a sobresalir antes de los 8 años (96 meses). Al acercarse el final del turno (14 años), se alcanza un 40% del volumen comercial, casi comparable al volumen de madera para celulosa al final del periodo de simulación, mientras que en rodales con crecimiento regular (IS 24) el volumen de madera sólida sólo representa el 20%.

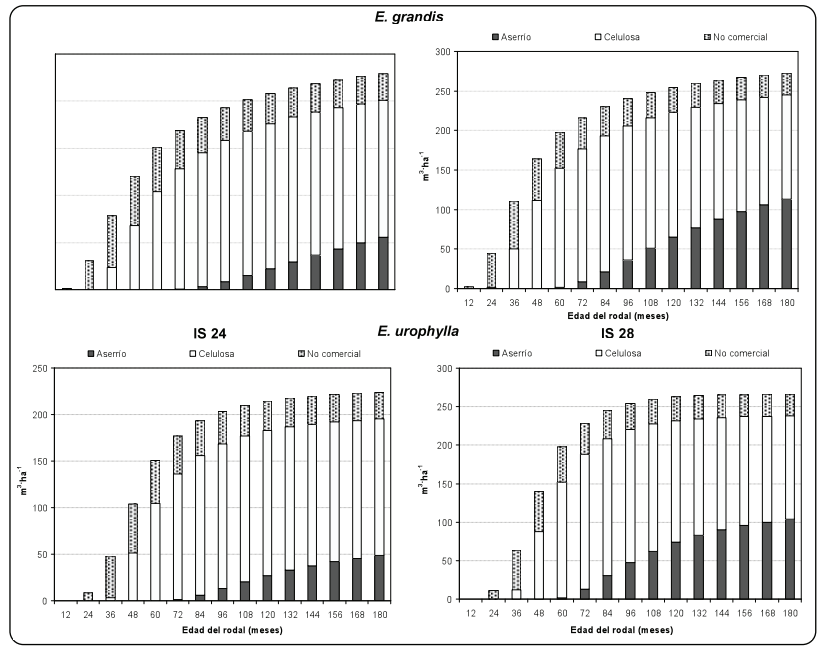


Figura 22. Distribución de productos con relación a la edad y la calidad del sitio para las dos especies.

Esta situación se presenta para ambas especies, aunque la tendencia hasta los 13 años indica volúmenes ligeramente superiores para E. urophylla. Las diferencias encontradas entre índices de sitio y especies, respecto al comportamiento del rendimiento maderable afectan, sin duda, la edad óptima de cosecha.

Turnos planeados y/o determinados

Los turnos planeados por la empresa fueron de siete y 14 años, para productos celulósicos y madera sólida para aserrío, respectivamente. En los estudios mencionados, se encontró una variabilidad amplia, ya que el periodo productivo óptimo depende de varios factores tales como las especies y la calidad del sitio, entre otras variables. En el Cuadro 6, se presentan los turnos biológicos encontrados (edad óptima biológica).

Cuadro 6. Edad a la cual se igualan los incrementos anuales medio y corriente del volumen comercial total, para rodales plantados de E. grandis y E. urophylla.

(m)	*E. grandis*	*E. urophylla*
IS	**Edad (meses/años)**	
20	89/7.4	90/7.5
24	75/6.3	81/6.8
28	68/6.7	76/6.3

Los turnos biológicos son más cortos para E. grandis que para E. urophylla, debido a que E. grandis presenta un mayor incremento corriente anual (ICA) a edades tempranas (hasta los 54 meses).

Las edades óptimas de cosecha también pueden modificarse de acuerdo a los valores de ciertas condiciones como: costos de producción, tasa de descuento, precios de venta, la productividad del sitio, obtención de subsidios y las especies. Los valores presentaron los siguientes rangos, según se hicieron variar las diferentes condiciones, incluyéndola posibilidad de cobrar bonos por carbono capturado (Cuadro 7).

Cuadro 8. Edades óptimas de cosecha (meses), para diferentes opciones productivas, cuando varían los costos de producción, los precios de venta, la tasa de descuento y la obtención de subsidios (valor menor 70 meses=5.8 años; mayor 180 meses=15 años).

ESPECIE	SÓLO MADERABLES		MADERABLES Y CARBONO	
	Material Celulósico	Madera sólida y celulósicos combinados	Material Celulósico	Madera sólida y celulósicos combinados
E. grandis	70-122	99-173	83-128	117-180
E. urophylla	76-103	95-132	85-114	107-148

Productividad promedio por especie

La productividad promedio encontrada por especie y calidad del sitio, en turnos tipo de siete y 14 años de edad, para productos celulósicos y madera sólida para aserrío, respectivamente, pueden observarse en el Cuadro 9. Los valores van de 12.9 m3 h-1 para madera sólida, a 32.8 para celulósicos en E. grandis, y de 20.0 a 35.6 en E. urophylla, para los mismos productos mencionados.

Cuadro 9. Productividad promedio por calidad de sitio y especie

	E. grandis		E. urophylla	
	Crecimiento promedio (m3 h-1)			
IS(m)	Celulósicos	Madera sólida	Celulósicos	Madera sólida
20	21.3	12.9	21.4	20.0
24	25.7	16.4	27.1	19.6
28	32.8	19.6	35.6	19.6

5) Costos de producción

Para el estudio de Telles (2006), se recopiló información sobre costos de producción, encontrándose los que se presentan en el Cuadro 10, que se aplican a celulósicos durante siete años y en 15 años para maderables (en el apéndice de este reporte se presenta un desglose de estos costos).

Cuadro 10. Esquema de egresos a través en un horizonte de planeación de 15 años.

Año	Concepto	$·ha^{-1}
0	Planeación	135.00
	Total año 0	*135.00*
1	Producción de planta	922.54
	Preparación del sitio	2,097.64
	Plantación	1,103.18
	Total plantación	*4,123.36*
	Mantenimiento	1,558.99
	Protección	643.22
	Mantenimiento caminos	42.85
	Fertilización	935.00
	Total año 1	*7,303.42*
2	Mantenimiento	1,558.99
	Protección	643.22
	Contratación tierras	384.00
	Administración	1,588.00
	Mantenimiento caminos	42.85
	Total año 2	*4,217.06*
3	Protección	643.22
	Contratación tierras	384.00
	Administración	1,588.00
	Mantenimiento caminos	42.85
	Total año 3	*2,658.07*
4 - 15	A partir del año cuatro se tienen las mismas actividades mencionadas en el año tres, por lo que los costos son iguales cada año*	*2,658.07*

Fuente: PLANTEH S. A de C.V.
** Solo el año de cosecha se tiene un costo extra de $1,000 ·ha^{-1} correspondiente a la construcción de caminos (Ver Apéndice 1).*

Según este cuadro, se tiene un costo total de para un turno de siete años para celulósicos y fibra de $30,070.69, y para uno de 15 años para madera aserrada de $50,337.51.

En la empresa también se manejan los costos que pueden observarse en el Cuadro 11 (sólo para celulósicos), que suman 26,133.30 para un turno de siete años.

Cuadro 11.Estructura tipo de costos unitarios directos por hectárea para celulósicos

Nombre del Beneficiario: Plantaciones de Tehuantepec, S.A. De C.V.
Plantación destinada a: Materias Primas Celulósicas.
Especie: Eucalyptus urophylla y E. grandis.
Densidad de plantación: 3x3 metros (1,100 árboles por hectárea).

CONCEPTO	COSTO UNITARIO POR HECTÁREA	AÑO								TOTAL
		0	1	2	3	4	5	6	7	
1. PLANEACIÓN										
1.1 Estudios de factibilidad	50.00	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	50.00
1.2 Programas de Manejo Forestal	70.00	35.00	0.00	0.00	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00	70.00
1.3 Otros estudios	15.00	7.50	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	15.00
Subtotal	135.00	67.50	0.00	0.00	0.00	67.50	0.00	0.00	0.00	135.00
2. INFRAESTRUCTURA										
2.1 Mantenimiento de caminos	342.80	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	342.80
2.2 Construcción de caminos	1,000.00								1,000.00	1,000.00
Subtotal	1,342.80	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	1,042.85	1,342.80
3. PRODUCCIÓN DE PLANTA										
3.1 Llenado de charolas	83.53	0.00	83.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.53
Mano de obra	11.31	0.00	11.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.31
Equipo y Maquinaria	12.39	0.00	12.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.39
Consumos	59.83	0.00	59.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.83
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2 Desarrollo en invernadero	429.07	0.00	429.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	429.07
Mano de obra	176.44	0.00	176.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.44
Equipo y Maquinaria	184.43	0.00	184.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.43
Consumos	68.20	0.00	68.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.20
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.3 Desarrollo en área abierta	409.94	0.00	409.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	409.94
Mano de obra	144.85	0.00	144.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	144.85
Equipo y Maquinaria	68.57	0.00	68.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.57
Consumos	196.52	0.00	196.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	196.52
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	922.54	0.00	922.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	922.54
4. PREPARACIÓN DEL SITIO										
4.1 Limpia del terreno	1,160.00	0.00	1,160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,160.00
Mano de obra	578.00	0.00	578.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	578.00
Equipo y Maquinaria	475.00	0.00	475.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	475.00
Consumos	107.00	0.00	107.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.2 Subsoleo	403.58	0.00	403.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	403.58
Mano de obra	143.80	0.00	143.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	143.80
Equipo y Maquinaria	124.98	0.00	124.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.98
Consumos	134.80	0.00	134.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	134.80
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.3 Aplicación de herbicida	534.06	0.00	534.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	534.06
Mano de obra	251.46	0.00	251.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	251.46
Equipo y Maquinaria	51.71	0.00	51.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.71
Consumos	95.86	0.00	95.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.86
Otros cargos	135.00	0.00	135.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	135.00
Subtotal	2,097.64	0.00	2,097.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,097.64
5. PLANTACIÓN										
5.1 Transporte de planta	35.24	0.00	35.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.24
Mano de obra	19.71	0.00	19.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.71
Equipo y Maquinaria	1.33	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33
Consumos	14.21	0.00	14.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.21
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.2 Plantación	649.69	0.00	649.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	649.69
Mano de obra	573.66	0.00	573.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	573.66
Equipo y Maquinaria	8.94	0.00	8.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.94
Consumos	67.09	0.00	67.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.09
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.3 Replantación	418.25	0.00	418.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	418.25
Mano de obra	342.83	0.00	342.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	342.83
Equipo y Maquinaria	6.57	0.00	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.57
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.85
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	1,103.18	0.00	1,103.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,103.18
6. FERTILIZACIÓN										
6.1 Primera aplicación	467.50	0.00	467.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	467.50
Mano de obra	187.38	0.00	187.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	187.38
Equipo y Maquinaria	6.57	0.00	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.57
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.85
Otros cargos	204.70	0.00	204.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	204.70
6.2 Segunda aplicación	467.50	0.00	467.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	467.50
Mano de obra	187.38	0.00	187.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	187.38
Equipo y Maquinaria	6.57	0.00	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.57
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.85
Otros cargos	204.70	0.00	204.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	204.70
Subtotal	935.00	0.00	935.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	935.00
7. MANTENIMIENTO										
7.1 Primer año	1,558.99	0.00	1,558.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,558.99
Mano de obra	950.99	0.00	950.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	950.99
Equipo y Maquinaria	123.16	0.00	123.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.16
Consumos	244.76	0.00	244.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.76
Otros cargos	240.08	0.00	240.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	240.08
7.2 Segundo año	1,558.99	0.00	0.00	1,558.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,558.99
Mano de obra	950.99	0.00	0.00	950.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	950.99
Equipo y Maquinaria	123.16	0.00	0.00	123.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.16
Consumos	244.76	0.00	0.00	244.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.76
Otros cargos	240.08	0.00	0.00	240.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	240.08
Subtotal	3,117.98	0.00	1,558.99	1,558.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,117.98
8. PROTECCIÓN										
8.1 Cercado	292.76	0.00	292.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	292.76
Mano de obra	176.47	0.00	176.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.47
Equipo y Maquinaria	9.18	0.00	9.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.18
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.85
Otros cargos	38.27	0.00	38.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.27
8.2 Vigilancia	548.45	0.00	78.35	78.35	78.35	78.35	78.35	78.35	78.35	548.45
Mano de obra	538.93	0.00	76.99	76.99	76.99	76.99	76.99	76.99	76.99	538.93
Equipo y Maquinaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	9.52	0.00	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	9.52
8.3 Apertura de brechas cortafuego	121.62	0.00	121.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	121.62
Mano de obra	43.85	0.00	43.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.85
Equipo y Maquinaria	27.93	0.00	27.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.93
Consumos	49.84	0.00	49.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.84
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.4 Prevención y combate de incendios	466.48	0.00	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64	466.48
Mano de obra	267.05	0.00	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	267.05
Equipo y Maquinaria	0.45	0.00	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	3.15
Consumos	196.28	0.00	28.04	28.04	28.04	28.04	28.04	28.04	28.04	196.28
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.5 Control de plagas	83.85	0.00	83.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.85
Mano de obra	76.99	0.00	76.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.99
Equipo y Maquinaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	6.86	0.00	6.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.86
Subtotal	1,513.16	0.00	643.22	144.99	144.99	144.99	144.99	144.99	144.99	1,513.16
TOTAL	11,167.30	110.35	7,303.42	1,746.83	187.84	255.34	187.84	187.84	1,187.84	11,167.30
Contratación de tierras	3,402.00	0.00	0.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	3,402.00
Administración y otros	10,619	0.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,091.00	10,619.00
GRAN TOTAL	25,188.30	110.35	8,891.42	3,718.83	2,159.84	2,227.34	2,159.84	2,159.84	2,662.84	25,188.30

Observaciones:
1. El costo de apertura de caminos se cargaría más en relación con el aprovechamiento y la plantación del siguiente ciclo.
2. Los costos de administración y otros están calculados sobre la base de plantación de unas 1,500 ha por año y administración de unas 3000 ha en total. En la medida qu aumenta el área total plantada se reduce la proporción por ha del costos de administración.

6) Inventarios de existencias maderables

6.1. REALIZACIÓN DEL INVENTARIO FORESTAL

Se establecieron 156 parcelas permanentes, las cuales quedaron debidamente localizables, identificadas y todos los árboles están numerados, para poder dar un seguimiento a su desarrollo posterior. Esto representó el 89% del total planeado. Varias parcelas de las programadas no pudieron establecerse debido a diferentes razones, dentro de las que pueden mencionarse las siguientes: el punto seleccionado en gabinete estaba fuera del área plantada, o quedaba en áreas en donde se había dejado la vegetación original, o bien fue inaccesible.
En las Figuras 23, 24 y 25 se presentan algunas imágenes de las actividades realizadas para el establecimiento, identificación y medición de parcelas y árboles individuales.

Figura 23. Establecimiento y delimitación de las parcelas permanentes.

En el Cuadro 12 se presenta la distribución de estas parcelas según los predios y edades en las que fueron establecidas en 2004. En 2006 se realizó una remedición de 54 de las parcelas originales para dar mayor robustez y validez a los modelos que se generaran.
Se midieron los diámetros de todos los árboles con altura mayor de 1.3 m y con diámetros normales (DAP=1.3 m) iguales o mayores de 5 cm. Todos los árboles se identificaron con una etiqueta metálica numerada en forma. También se midió una muestra de las alturas de alrededor del 25% de los árboles representativos, según la distribución de diámetros en categorías de 5 cm, pero incluyendo al menos uno de cada categoría. También se midió la altura de los cinco árboles dominantes (uno de cada cuadrante virtual de la parcela, y uno cercano al centro).

Cuadro 12. Concentrado de datos por predios, especies, edad, sitios y tipo de preparación del terreno.

Predio	Especie	Total de sitios	Edad (meses)	Sitios	Tipo de preparación
1. Los Mangos	*E. grandis*	5	73	4,6,7,8,11	Mecanizado
	E. grandis	4	73	3,5,9,10	Cepa
2. Santa Teresa	*E. grandis*	9	60	1,3,4,10,13,15, 18,20,27	Mecanizado
	E. urophylla	2	40	2,17	Mecanizado
	E. grandis	1	40	9	Mecanizado
	E. urophylla	12	25	5,6,7,8,11,12,14,21,22,23,24,25	Cepa
3. Lichi Viejo	*E. grandis*	6	62	2,4,5,6,7,8	Mecanizado
4. El Rosario	*E. grandis*	6	64	1,3,8,9,11,12	Mecanizado
	E. urophylla	4	64	5,6,7,10	Mecanizado
	E. urophylla	2	40	2,4	Mecanizado
5. La Colmena	*E. grandis*	7	61	1,2,8,10,12,13,15	Mecanizado
	E. urophylla	2	25	4,6	Cepa
6. La Estrella	*E. grandis*	19	62	1,3,4,5,6,7.8,9,10,11,12,13,1516,17,19,20,21,22	Mecanizado
	E. urophylla	3	62	2,25,26	Cepa
7. La Esperanza I	*E. urophylla*	12	62	2,3,6,7,8,9,10,11,13,16,17,22	Mecanizado
	E. grandis	1	62	14	Mecanizado
	E. urophylla	10	56	18,19,20,24,27,28,29,30,31,32	Mecanizado
	E. urophylla	1	27	1	Cepa
8. Quimixtlán-La Tapatía	*E. grandis*	3	45	1,4,5	Mecanizado
	E. urophylla	4	45	2,6,7,10	Mecanizado
	E. urophylla	1	28	3	Cepa
9. El Pital	*E. urophylla*	5	47	1,2,3,6,8	Mecanizado
	E. urophylla	1	27	4	Cepa
10. La Esperanza II	*E. urophylla*	7	56	1,2,3,6,7,8,9	Mecanizado
	E. grandis	2	56	4,5	Mecanizado
11. Tenenexpan	*E. grandis*	8	49	1,2,3,4,5,6,7,8	Mecanizado
12. San Alfonso	*E. urophylla*	4	36	7,10,11,17	Mecanizado
	E. urophylla	11	30	2,3,4,5,8,9,15,16,22,23,24	Cepa
	E. grandis	2	30	13,14	Cepa
13. Santa Cristina	*E. urophylla*	1	44	1	Mecanizado

Figura 24. Numeración de los árboles.

Figura 25. Medición de alturas y de copas.

6.2. EXISTENCIAS MADERABLES

El inventario maderable para los 13 predios incluidos en el inventario se obtuvo a través del sistema de crecimiento y rendimiento generado, con el que además fue posible además proyectar el inventario en el tiempo usando las condiciones iniciales de: edad, área basal, mortalidad y altura dominante.

Las existencia totales estimadas (en m3) al momento del inventario y las predichas (retraídas a 2000 y proyectadas a 2005 se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Inventario estimado por predio del 2000 al 2005						
PREDIO	**2000 (2 años)**	**2001 (3 años)**	**2002 (4 años)**	**2003 (5 años)**	**2004 (6 años)**	**2005 (7 años)**
Los Mangos	1900.35	3973.12	5482.61	6495.36	7174.75	7639.22
Santa Teresa	98.87	2262.43	6118.73	10686.88	17998.07	26765.81
Lichi Viejo	174.95	2235.28	4560.59	6191.04	7257.01	7959
El Rosario	1402.25	6038.25	11051.76	14990.11	17654.43	19329.97
La Colmena	190.47	3343.51	7713.93	11177.73	13909.63	16830.23
La Estrella	672.84	9239.79	19685.33	27411.98	32915.55	36914.02
La Esperanza	3.4	2627.95	15070.5	37554.72	58360.49	70646.71
Quimixtlan-La Tapatia	0	11.83	382.12	1610.34	3902.05	6486.09
El Pital	0	42.79	1658.86	6155.58	10881.92	14020.38
La Esperanza II	0	194.7	2697.53	6543.88	9879.69	12033.96
Tenenexpan	0	113.28	1513.73	3167.64	4349.27	5124.99
San Alfonso	0	0	129.81	2712.84	9482.6	16932.8
Santa Cristina	0	0	126.06	1032.2	2424.33	3454.83
TOTALES	4,443	30,089	76,192	135,730	196,190	244,138

7) *Mercados y precios de venta*

7.1 MERCADO ACTUAL

El único cliente actual es el Grupo Papelero SCRIBE de Michoacán, a más de 1,300 km de distancia.

7.2 MERCADOS POTENCIALES

Un mercado natural para esta empresa, en el caso de que reanude sus operaciones normales son las fábricas de papel ubicadas en Tuxtepec, Oaxaca y en Tres Valles, Veracruz, a 125 y 200 km de distancia, respectivamente.

7.3 PRECIOS DE VENTA POR TIPO DE PRODUCTO

Únicamente se han vendido materias primas celulósicas y para fibra a $$36 USA dólares por m3 LAB patio (aproximadamente $486.00 pesos).

8) *Aspectos financieros*

A continuación se presentan tres corridas tipo proporcionadas por la empresa, para un escenario simple o dos alternativas que incluyen bonos por captura de Carbono (Cuadros 14, 15 y 16). En ellos puede observarse que los valores para la Tasa Interna de Retorno (TIR) son de 32, 35 y 43% y que el Valor Neto Presente no varió de $$1000 USD.

En otro estudio realizado por INDUFOR de Finlandia, se reportaron TIR´s de 15 y 18% para trocería vendida en pie o LAB planta o puerto, respectivamente.

También se presentan algunos resultados de los estudios de Telles, y Telles et al., 2008, en los cuales pueden verse algunos turnos óptimos y condiciones de rentabilidad y no rentabilidad bajo el concepto de Valor Esperado del Suelo-VES (para rotaciones continuas), cuando se varia la especie, tasa de descuento, calidad del sitio, costo de producción, obtención o no de subsidios y tipo de producto o servicios obtenidos (Cuadros 17, 18 y 19).).

Los escenarios que tienen edad óptima de cosecha se consideran rentables, y los que no la tienen, por presentar valores negativos de VES, se consideran no rentables.

Cuadro 14. Análisis financiero considerando los subsidios del PRODEPLAN y sin ingresos por captura de CO_2, en un período de planeación de 28 años.

CONCEPTO																								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Producción, m3																								
Celulósicos	9,520	150,892	40,222	5,474	70,448	0	77,350	119,000	214,200	350,574	350,574	350,574	350,574	350,574	214,200	214,200	350,574	350,574	350,574	350,574	350,574	214,200	214,200	350,574
Madera sólida				0	28,800	52,160	25,920	70,720	0	104,000	160,000	288,000	329,600	329,600	329,600	329,600	329,600	233,600	320,000	329,600	329,600	329,600	329,600	329,600
Subtotal	9,520	150,892	40,222	5,474	99,248	52,160	103,270	189,720	214,200	454,574	510,574	638,574	680,174	680,174	543,800	543,800	680,174	584,174	670,574	680,174	680,174	543,800	543,800	680,174
Ingresos (dólares)																								
venta de celulósicos	333,200	5,281,220	1,407,770	191,590	2,465,680	0	2,707,250	4,165,000	7,497,000	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	7,497,000	7,497,000	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	7,497,000	7,497,000	12,270,090
- reducción (pago al dueño)																								
venta de madera sólida				0	2,016,000	3,651,200	1,814,400	4,950,400	0	7,280,000	11,200,000	20,160,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	16,352,000	22,400,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000
- reducción (pago al dueño)					4,500	8,150	4,050	11,050	0	16,250	25,000	45,000	51,500	51,500	51,500	51,500	51,500	36,500	50,000	51,500	51,500	51,500	51,500	51,500
venta de otros productos																								
- reducción																								
Subtotal Ventas netas	333,200	5,281,220	1,407,770	191,590	4,477,180	3,643,050	4,517,600	9,104,350	7,497,000	19,533,840	23,445,090	32,385,090	35,290,590	35,290,590	30,517,500	30,517,500	35,290,590	28,585,590	34,620,090	35,290,590	35,290,590	30,517,500	30,517,500	35,290,590
Subsidios	530,000	954,000	2,047,920	2,047,920	2,047,920	2,048,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (dólares)																								
Establecimiento de plantación	573,000	1,031,400	2,214,072	2,214,072	2,214,072	2,214,645																		
Protección año 1	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																		
Protección año 2	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																	
Protección año 3	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																
Protección año 4	17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410															
Protección año 5		17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410														
Protección año 6			17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410													
Mantenimiento año 1	137,500	247,500	531,300	531,300	531,300	531,438																		
Mantenimiento año 2	89,375	137,500	247,500	531,300	531,300	531,300	531,438																	
Reforestación	15,540	246,309	65,657	8,936	149,961	63,326	157,731	280,109	349,650	698,523	766,511	921,911	972,416	972,416	749,805	749,805	972,416	855,866	960,761	972,416	972,416	749,805	749,805	972,416
Mantenimiento año 1	5,500	87,175	23,238	3,163	53,075	22,413	55,825	99,138	123,750	247,225	271,288	326,288	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163	302,913	340,038	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163
Mantenimiento año 2		5,500	87,175	23,238	3,163	53,075	22,413	55,825	99,138	123,750	247,225	271,288	326,288	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163	302,913	340,038	344,163	344,163	265,375	265,375
Extracción y transporte (cel.)	219,912	3,485,605	929,128	126,449	1,627,349	0	1,786,785	2,748,300	4,948,020	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	4,948,020	4,948,020	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	4,948,020	4,948,020	8,098,259
Extracción y transporte (sol.)				0	544,320	985,824	489,888	1,336,608	0	1,965,600	3,024,000	5,443,200	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	4,415,040	6,048,000	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440
Caminos 1																								
Caminos 2																								
Otros																								
Subtotal	1,114,505	5,375,867	4,364,323	3,818,509	6,165,967	5,022,758	3,630,817	5,046,117	5,914,720	11,396,143	12,538,692	15,060,945	15,970,565	15,988,440	12,536,803	12,458,015	15,909,652	14,016,240	15,749,970	15,984,315	15,988,440	12,536,803	12,458,015	15,909,652
Costos fijos (dólares)																								
Contratación de tierras	369,852	495,852	621,852	747,852	873,852	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548
Administración	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Otros	55,212	57,874	58,861	60,378	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
Subtotal	825,064	953,726	1,080,713	1,208,230	1,305,852	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548
Inversiones (dólares)																								
Planeación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terrenos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura y construcción	0	200,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria y equipo	209,000	73,000	73,000	182,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consultoría y desarrollo	0	0	50,000	0	0	0	50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	209,000	273,000	123,000	182,000	0	0	50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja	-1,285,369	-367,373	-2,112,346	-2,969,229	-946,719	-808,806	-640,765	2,580,685	104,733	6,660,149	9,428,850	15,846,597	17,842,477	17,824,602	16,503,150	16,581,937	17,903,390	13,091,802	17,392,572	17,828,727	17,824,602	16,503,150	16,581,937	17,903,390
Flujo de caja acumulativo	TIR	0.3199569																						
	VPN	1000 USD																						

Cuadro 15. Análisis financiero considerando los subsidios del PRODEPLAN considerando ingresos por captura de CO2 en un escenario bajo, en un período de planeación de 28 años.

CONCEPTO																									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Producción, m3																								
Celulósicos	9,520	150,892	40,222	5,474	70,448	0	77,350	119,000	214,200	350,574	350,574	350,574	350,574	350,574	214,200	214,200	350,574	350,574	350,574	350,574	350,574	214,200	214,200	350,574
Madera sólida				0	28,800	52,160	25,920	70,720	0	104,000	160,000	288,000	329,600	329,600	329,600	329,600	329,600	233,600	320,000	329,600	329,600	329,600	329,600	329,600
Subtotal	9,520	150,892	40,222	5,474	99,248	52,160	103,270	189,720	214,200	454,574	510,574	638,574	680,174	680,174	543,800	543,800	680,174	584,174	670,574	680,174	680,174	543,800	543,800	680,174
Ingresos (dólares)																								
venta de celulósicos	333,200	5,281,220	1,407,770	191,590	2,465,680	0	2,707,250	4,165,000	7,497,000	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	7,497,000	7,497,000	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	7,497,000	7,497,000	12,270,090
- reducción (pago al dueño)																								
venta de madera sólida				0	2,016,000	3,651,200	1,814,400	4,950,400	0	7,280,000	11,200,000	20,160,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	16,352,000	22,400,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000
- reducción (pago al dueño)					4,500	8,150	4,050	11,050	0	16,250	25,000	45,000	51,500	51,500	51,500	51,500	51,500	36,500	50,000	51,500	51,500	51,500	51,500	51,500
venta de otros productos																								
- reducción																								
Subtotal Ventas netas	333,200	5,281,220	1,407,770	191,590	4,477,180	3,643,050	4,517,600	9,104,350	7,497,000	19,533,840	23,445,090	32,385,090	35,290,590	35,290,590	30,517,500	30,517,500	35,290,590	28,585,590	34,620,090	35,290,590	35,290,590	30,517,500	30,517,500	35,290,590
Subsidios	530,000	954,000	2,047,920	2,047,920	2,047,920	2,048,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (dólares)																								
Establecimiento de plantación	573,000	1,031,400	2,214,072	2,214,072	2,214,072	2,214,645																		
Protección año 1	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																		
Protección año 2	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																	
Protección año 3	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																
Protección año 4	17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410															
Protección año 5		17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410														
Protección año 6			17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410													
Mantenimiento año 1	137,500	247,500	531,300	531,300	531,300	531,438																		
Mantenimiento año 2	89,375	137,500	247,500	531,300	531,300	531,300	531,438																	
Reforestación	15,540	246,309	65,657	8,936	149,961	63,326	157,731	280,109	349,650	698,523	766,511	921,911	972,416	972,416	749,805	749,805	972,416	855,866	960,761	972,416	972,416	749,805	749,805	972,416
Mantenimiento año 1	5,500	87,175	23,238	3,163	53,075	22,413	55,825	99,138	123,750	247,225	271,288	326,288	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163	302,913	340,038	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163
Mantenimiento año 2		5,500	87,175	23,238	3,163	53,075	22,413	55,825	99,138	123,750	247,225	271,288	326,288	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163	302,913	340,038	344,163	344,163	265,375	265,375
Extracción y transporte (cel.)	219,912	3,485,605	929,128	126,449	1,627,349	0	1,786,785	2,748,300	4,948,020	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	4,948,020	4,948,020	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	4,948,020	4,948,020	8,098,259
Extracción y transporte (sol.)				0	544,320	985,824	489,888	1,336,608	0	1,965,600	3,024,000	5,443,200	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	4,415,040	6,048,000	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440
Caminos 1																								
Caminos 2																								
Otros																								
Subtotal	1,114,505	5,375,867	4,364,323	3,818,509	6,165,967	5,022,758	3,630,817	5,046,117	5,914,720	11,396,143	12,538,692	15,060,945	15,970,565	15,988,440	12,536,803	12,458,015	15,909,652	14,016,240	15,749,970	15,984,315	15,988,440	12,536,803	12,458,015	15,909,652
Costos fijos (dólares)																								
Contratación de tierras	369,852	495,852	621,852	747,852	873,852	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548
Administración	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Otros	55,212	57,874	58,861	60,378	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
Subtotal	825,064	953,726	1,080,713	1,208,230	1,305,852	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548
Inversiones (dólares)																								
Planeación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terrenos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura y construcción	0	200,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria y equipo	209,000	73,000	73,000	182,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consultoría y desarrollo	0	0	50,000	0	0	0	50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	209,000	273,000	123,000	182,000	0	0	50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos por CO2		384,000	384,000	384,000	384,000	384,000																		
Flujo de caja	-1,285,369	16,627	-1,728,346	-2,585,229	-562,719	-424,806	-640,765	2,580,685	104,733	6,660,149	9,428,850	15,846,597	17,842,477	17,824,602	16,503,150	16,581,937	17,903,390	13,091,802	17,392,572	17,828,727	17,824,602	16,503,150	16,581,937	17,903,390
Flujo de caja acumulativo	TIR	0.3478118																						
	VPN	1000 USD																						

Cuadro 16. Análisis financiero considerando los subsidios del PRODEPLAN considerando ingresos por captura de CO_2 en un escenario alto, en un período de planeación de 28 años.

CONCEPTO																								
	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	2,028
Producción, m3																								
Celulósicos	9,520	150,892	40,222	5,474	70,448	0	77,350	119,000	214,200	350,574	350,574	350,574	350,574	350,574	214,200	214,200	350,574	350,574	350,574	350,574	350,574	214,200	214,200	350,574
Madera sólida				0	28,800	52,160	25,920	70,720	0	104,000	160,000	288,000	329,600	329,600	329,600	329,600	329,600	233,600	320,000	329,600	329,600	329,600	329,600	329,600
Subtotal	9,520	150,892	40,222	5,474	99,248	52,160	103,270	189,720	214,200	454,574	510,574	638,574	680,174	680,174	543,800	543,800	680,174	584,174	670,574	680,174	680,174	543,800	543,800	680,174
Ingresos (dólares)																								
venta de celulósicos	333,200	5,281,220	1,407,770	191,590	2,465,680	0	2,707,250	4,165,000	7,497,000	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	7,497,000	7,497,000	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	12,270,090	7,497,000	7,497,000	12,270,090
- reducción (pago al dueño)																								
venta de madera sólida				0	2,016,000	3,651,200	1,814,400	4,950,400	0	7,280,000	11,200,000	20,160,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	16,352,000	22,400,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000	23,072,000
- reducción (pago al dueño)					4,500	8,150	4,050	11,050	0	16,250	25,000	45,000	51,500	51,500	51,500	51,500	51,500	36,500	50,000	51,500	51,500	51,500	51,500	51,500
venta de otros productos																								
- reducción																								
Subtotal Ventas netas	333,200	5,281,220	1,407,770	191,590	4,477,180	3,643,050	4,517,600	9,104,350	7,497,000	19,533,840	23,445,090	32,385,090	35,290,590	35,290,590	30,517,500	30,517,500	35,290,590	28,585,590	34,620,090	35,290,590	35,290,590	30,517,500	30,517,500	35,290,590
Subsidios	530,000	954,000	2,047,920	2,047,920	2,047,920	2,048,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (dólares)																								
Establecimiento de plantación	573,000	1,031,400	2,214,072	2,214,072	2,214,072	2,214,645																		
Protección año 1	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																		
Protección año 2	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																	
Protección año 3	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410																
Protección año 4	17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410															
Protección año 5		17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410														
Protección año 6			17,578	0	22,100	34,000	61,200	131,376	131,376	131,376	131,410													
Mantenimiento año 1	137,500	247,500	531,300	531,300	531,300	531,438																		
Mantenimiento año 2	89,375	137,500	247,500	531,300	531,300	531,300	531,438																	
Reforestación	15,540	246,309	65,667	8,936	149,961	63,326	157,731	280,109	349,650	698,523	766,511	921,911	972,416	972,416	749,805	749,805	972,416	855,866	960,761	972,416	972,416	749,805	749,805	972,416
Mantenimiento año 1	5,500	87,175	23,238	3,163	53,075	22,413	55,825	99,138	123,750	247,225	271,288	326,288	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163	302,913	340,038	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163
Mantenimiento año 2		5,500	87,175	23,238	3,163	53,075	22,413	55,825	99,138	123,750	247,225	271,288	326,288	344,163	344,163	265,375	265,375	344,163	302,913	340,038	344,163	344,163	265,375	265,375
Extracción y transporte (cel.)	219,912	3,485,605	929,128	126,449	1,627,349	0	1,786,785	2,748,900	4,948,020	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	4,948,020	4,948,020	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	8,098,259	4,948,020	4,948,020
Extracción y transporte (sol.)				0	544,320	985,824	489,888	1,336,608	0	1,965,600	3,024,000	5,443,200	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	4,415,040	6,048,000	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440	6,229,440
Caminos 1																								
Caminos 2																								
Otros																								
Subtotal	1,114,505	5,375,867	4,364,323	3,818,509	6,165,967	5,022,758	3,630,817	5,046,117	5,914,720	11,396,143	12,538,692	15,060,945	15,970,565	15,988,440	12,536,803	12,458,015	15,909,652	14,016,240	15,749,970	15,984,315	15,988,440	12,536,803	12,458,015	15,909,652
Costos fijos (dólares)																								
Contratación de tierras	369,852	495,852	621,852	747,852	873,852	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548	1,045,548
Administración	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Otros	55,212	57,874	58,861	60,378	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
Subtotal	825,064	953,726	1,080,713	1,208,230	1,305,852	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548	1,477,548
Inversiones (dólares)																								
Planeación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terrenos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura y construcción	0	200,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria y equipo	209,000	73,000	73,000	182,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consultoría y desarrollo	0	0	50,000	0	0	0	50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	209,000	273,000	123,000	182,000	0	0	50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos por CO2		1,152,000	1,152,000	1,152,000	1,152,000	1,152,000																		
Flujo de caja	-1,285,369	784,627	-960,346	-1,817,229	205,281	343,195	-640,765	2,580,685	104,733	6,660,149	9,428,850	15,846,597	17,842,477	17,824,602	16,503,150	16,581,937	17,903,390	13,091,802	17,392,572	17,828,727	17,824,602	16,503,150	16,581,937	17,903,390
Flujo de caja acumulativo	TIR	0.43260793																						
	VPN	1000 USD																						

Cuadro 17. Edad de referencia u óptima de cosecha, para rodales en donde se considera sólo madera para celulosa, bajo los esquemas sin y con subsidio.

		Co	(4123)				6100				8100			
	IS	r	(4.5)	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5
							E. grandis							
Sin subsidio	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		122	107	NR	NR	130	NR	NR	NR	139	NR	NR	NR
	28		85	80	75	73	89	82	77	74	92	85	80	76
							E. urophylla							
	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		103	97	93	NR	107	99	NR	NR	111	NR	NR	NR
	28		85	83	80	78	87	84	81	79	89	85	83	80
							E. grandis							
Con subsidio	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		110	99	91	85	117	102	93	87	123	106	NR	NR
	28		83	77	72	70	84	79	74	71	87	81	75	72
							E. urophylla							
	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		99	93	89	85	102	95	90	86	106	99	92	88
	28		84	81	78	76	86	82	80	77	87	83	81	78

Las cifras dentro de paréntesis indican el valor de las variables del escenario base

Donde: Co = Costo de establecimiento, $\$\cdot ha^{-1}$; NR = Indica que la cosecha no es rentable, teniendo valores de VES negativos por tanto no hay una edad óptima de cosecha; r = Tasa de descuento, %; e IS = Índice de sitio, altura a una edad base de 60 meses.

Cuadro 18. Edad de referencia u óptima de cosecha para rodales donde se considera madera sólida y madera para celulosa, bajo los esquemas sin y con Subsidio

		Co	(4123)				6100				8100			
	IS	r	(4.5)	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5
							E. grandis							
Sin subsidio	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		173	151	135	NR	176	153	NR	NR	180	156	NR	NR
	28		131	121	112	105	133	122	113	106	135	123	114	107
							E. urophylla							
	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		132	122	114	106	135	124	115	NR	138	126	NR	NR
	28		111	106	101	97	113	107	102	98	114	108	103	99
							E. grandis							
Con subsidio	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		163	142	123	107	166	145	126	110	170	147	128	113
	28		127	116	107	99	129	118	109	101	131	120	110	102
							E. urophylla							
	20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24		127	115	107	99	129	117	109	101	132	119	110	103
	28		107	103	99	95	110	105	100	96	112	106	101	97

Las cifras dentro de paréntesis indican el valor de las variables del escenario base

Donde: Co = Costo de establecimiento, $\$\cdot ha^{-1}$; NR = Indica que la cosecha no es rentable, teniendo valores de VES negativos por tanto no hay una edad óptima de cosecha; r = Tasa de descuento, %; e IS = Índice de sitio, altura a una edad base de 60 meses.

Cuadro 19. Edad óptima de cosecha de para rodales en donde se considera celulósicos y madera sólida-celulosa y Carbono, con un costo de establecimiento de $4,123 ha-1.

Pc		31				52				73				94			
IS	r	4.5	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5	4.5	6.5	8.5	10.5
								E. grandis									
20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	158	133	120	109	162	139	123	113
24		128	112	99	92	135	116	103	96	139	120	107	99	145	123	110	102
28		115	99	89	83	117	103	93	85	123	107	96	89	127	110	98	91
								E. urophylla									
20		NR	NR	NR	NR	130	116	NR	NR	134	119	109	103	137	123	113	106
24		114	103	97	91	115	105	99	93	120	108	101	95	122	110	102	97
28		103	96	90	85	105	97	91	87	108	99	93	90	110	101	95	90
								E. grandis									
20		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	>180	161	133	116	>180	166	139	120
24		180	157	137	120	>180	160	138	123	>180	162	141	126	>180	163	144	128
28		168	144	129	117	169	145	131	119	171	148	132	120	173	149	133	121
								E. urophylla									
20		NR	NR	NR	NR	149	128	NR	NR	155	131	117	108	157	135	119	111
24		148	131	119	109	151	133	120	110	153	134	122	112	155	136	124	114
28		137	123	114	107	138	125	114	108	139	126	115	109	140	127	116	110

9) *Investigación y monitoreo*

10.1 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Hasta la fecha se han realizado tres proyectos amplios de investigación:

- "Captura de carbono, biodiversidad, productividad y zonificación productiva de plantaciones comerciales en los límites de Oaxaca y Veracruz".

Este proyecto ya finalizó, y en él se realizaron los siguientes sub-proyectos:

1. Realizar un inventario maderable de las plantaciones establecidas.
2. Generar todos los modelos necesarios para evaluar y predecir el crecimiento y rendimiento maderable de las plantaciones.
3. Estimar las cantidades de carbono orgánico almacenadas (capturadas) por las plantaciones en troncos, ramas, hojas y raíces, así como en la vegetación que se desarrolla bajo su dosel.
4. Establecer la "línea base de referencia" (descripción de las fuentes y la cantidad de carbono almacenado antes del inicio del proyecto).
5. Preparar un proyecto para solicitar el pago de bonos por la captura de Carbono.
6. Estimar la diversidad vegetal existente dentro y fuera de las plantaciones a fin de determinar la influencia de éstas.
7. Determinar la edad óptima de cosecha de las plantaciones, para los tipos de materias primas celulósicas y maderables a producir, para varios escenarios de productividad, costos de producción y comportamiento de las variables del mercado, con y sin los ingresos provenientes de la captura de carbono.
8. Establecer el patrón de variación espacial de la productividad en el área de influencia del proyecto y la región en general (zonificación potencial productiva).

- "Desarrollo de Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sustentable en Plantaciones Forestales Tropicales en Oaxaca y Veracruz".

Este proyecto casi finalizó, y en él se realizaron los siguientes sub-proyectos:

1. Determinación de los principios, criterios, indicadores y verificadores que hay que tomar en cuenta para evaluar en forma genérica el manejo forestal sustentable de cualquier proyecto de PFC.
2. Seleccionar los principios, criterios, indicadores y verificadores que hay que tomar en cuenta para evaluar el manejo forestal sustentable del proyecto de PFC de PLANTEH.
3. Establecer la línea base de monitoreo de algunos de los criterios, indicadores y verificadores seleccionados en el punto anterior.

- "Estrategias para el mejoramiento genético de razas geográficas de Eucalyptus spp. para la región tropical en los límites de los Estados de Oaxaca y Veracruz".

Este proyecto está en desarrollo y tiene los siguientes sub-proyectos:

1. Establecimiento de cuatro áreas semilleras, dos en cada especie. Esta parte ya se realizó.
2. Selección de 200 árboles por especie, con características fenotípicas deseables en las áreas plantadas con edad mínima de cinco años.
3. Selección de 30 árboles superiores (plus) por especie, los cuales constituirán la base genética para el mejoramiento genético por selección individual.
4. Con el germoplasma sexual y asexual de los árboles plus se establecerán dos huertos semilleros por especie, uno clonal y otro sexual.
5. Realizar un estudio de progenies que incluiría: seis u ocho procedencias de Australia, semilla de un huerto semillero extranjero, semilla de un área semillera extranjera, semilla de las áreas semilleras y de los árboles plus de PLANTEH, y clones de estos últimos.

También se han realizado algunos experimentos de diferente tipo y sin demasiado rigor experimental, dentro de los que se puede destacar al siguiente:

- Experimento de "Evaluación del establecimiento de especies maderables en terrenos con pendientes en Santiago Yaveo, Oaxaca", que incluyó a las siguientes especies: Eucalyptus grandis, Gmelina arbórea, tectona grandis, Acacia mangium Cedrela odorata y swietenia macrophylla.

10.2 PROGRAMA DE MONITOREO DE INDICADORES

La empresa informa que en un inicio se realizaron algunos estudios periódicos de calidad de agua en las corrientes importantes de los predios plantados, de la erosión, la fauna silvestre, así como la caracterización de las especies y el banco de semillas presentes en las zonas de conservación de cada predio. Actualmente no se cuenta con los resultados de estos trabajos, debido a que ha habido mucha inestabilidad en el personal técnico de campo. Posteriormente, dentro de los trabajos de proyectos mencionados arriba, puede considerarse que se cuenta con líneas base para el monitoreo de la sustentabilidad de varios aspectos, dentro de los que puede mencionarse a los siguientes:

- Superficie plantada
- Crecimiento y rendimiento maderable
- Diversidad vegetal en las áreas de conservación y en el sotobosque de las plantaciones

- Evaluación de criterios, indicadores de manejo forestal sustentables del área social.

Como uno de los resultados importantes de las investigaciones realizadas se determinaron 5 principios, 23 criterios, 66 indicadores y 149 verificadores que hay que tomar en cuenta para evaluar específicamente el manejo forestal sustentable del proyecto de PFC de PLANTEH, que no se incluyen pero pueden consultarse en Rivera, 2007.

De la evaluación de los 30 indicadores, pertenecientes a 15 criterios y a cuatro principios del área social y los que combinan las áreas social y económica, Hernandez (2008), concluyó que la sustentabilidad del proyecto en estas áreas es regular, encontrando indicadores calificados en el rango desde no sustentables hasta un estado óptimo para la sustentabilidad.

10) LITERATURA PRODUCIDA POR EL PROYECTO

Tesis:

DELGADO CABALLERO, C. E. 2007. Zonificación de aptitud y productividad de suelos para plantaciones de Eucalipto en Oaxaca Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 74 p.

DOMÍNGUEZ MORALES, M, del C. y SOTO ATILANO, A. 2005. Evaluación del establecimiento de especies maderables en terrenos con pendientes en Santiago Yaveo, Oaxaca. Tesis Ing. en Sist. de Producción Agropecuaria. Universidad Veracruzana. Fac. de Ing. en Sist. de Producción Agropecuaria, Acayucan, Ver. 55 p.

GÓMEZ-TEJERO, J. 2006. Índice de sitio y rendimiento maderable en una plantación comercial de Eucalyptus grandis Hill Ex Maiden y E. urophylla S: T: Blake, en el norte del Estado de Oaxaca, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 56 p.

HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, N. 2008. Línea base de criterios e indicadores sociales de sustentabilidad de una plantación forestal comercial en los límites de Oaxaca y Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 146 p.

OROS NAKAMURA, D. 2008. Diversidad vegetal en el sotobosque de plantaciones comerciales de Eucalyptus urophylla S. T. BLAKE. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 64 P.

REYES-VALDOVINOS, J. R. 2006. Sistema de cubicación para Eucalyptus grandis y E. urophylla en los límites de Veracruz y Oaxaca. Tesis de Ingeniero Forestal. UACH-Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 67 p.

RIVERA RÍOS, C. A. 2007. Principios, Criterios e Indicadores para evaluar la sustentabilidad de plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 185 p.

TELLES MEJIA, E. 2006. Edad óptima de cosecha en plantaciones forestales comerciales de Eucalipto, considerando ingresos por madera y captura de Carbono en Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 94 p.

TORIBIO MORALES, M. E. 2006. Almacenamiento de Carbono en raíces de plantaciones de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden y Eucalyptus urophylla S. T. Blake en Oaxaca, México. Tesis de Ingeniero en Restauración Forestal. División de Ciencias Forestales. UACH-Chapingo. Chapingo, México. 37 p.

Artículos científicos:

DELGADO-CABALLERO, C. E., GÓMEZ-GUERRERO, A., VALDEZ-LAZALDE, J. R., DE LOS SANTOS-POSADAS, H. M. FIERROS-GONZÁLEZ, A. M. y HORWATH, W. R. 2009. Site index and soil properties in young plantations of Eucalyptus grandis and E. urophylla in southeastern México. Agrociencia 43:61-72.

GÓMEZ-TEJERO, J., DE LOS SANTOS-POSADAS, H. M., FIERROS-GONZÁLEZ, A. M. y VALDEZ-LAZALDE, J. R. 2007. Sistema de crecimiento y rendimiento maderable para plantaciones de Eucalyptus grandis y E. urophylla en María Lombardo, Oaxaca, México. Entregado para su publicación en Revista Fitociencia Mexicana. 19 p.

GÓMEZ-TEJERO, J., DE LOS SANTOS-POSADAS, H. M., FIERROS-GONZÁLEZ, A. M. y VALDEZ-LAZALDE, J. R. 2009. Modelos de crecimiento en altura dominante para Eucalyptus grandis y E. urophylla en María Lombardo, Oaxaca, México. Aceptado para su publicación en Revista Fitociencia Mexicana. 19 p.

HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, N., VÁZQUEZ GARCÍA, V., FIERROS GONZÁLEZ A. M., VALTIERRA PACHECO, E. y VELÁZQUEZ MARTÍNEZ, A. 2008. La sustentabilidad social de una plantación forestal comercial en los límites de Oaxaca y Veracruz. Una propuesta de evaluación. 33 p. Entergado para su publicación a la revista Madera y Bosques.

RIVERA RÍOS, C.A, FIERROS GONZÁLEZ, A.M. VÁZQUEZ GARCÍA, V. GÓMEZ GUERRERO, A. y VELÁZQUEZ MARTÍNEZ, A. 2008. Principios, criterios e indicadores de sustentabilidad para plantaciones de rápido crecimiento. Revista Fitotécnia Mexicana 31(4):391-397.

REYES-VALDOVINOS, J. R., DE LOS SANTOS-POSADAS, H. M. y FIERROS-GONZÁLEZ, A. M. 2006. Sistema de cubicación para Eucalyptus grandis y E. urophylla en los límites de Veracruz y Oaxaca. Entregado para su publicación en la Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 15 p.

TELLES MEJIA, E., GONZÁLEZ GUILLÉN, M. de J., DE LOS SANTOS POSADAS, H. M., FIERROS GONZÁLEZ, A. M., LILIEHOLM, R. J. y GÓMEZ GUERRERO, A. 2008. Rotación óptima en plantaciones de Eucalipto al incluir ingresos por captura de Carbono en Oaxaca,México. Revista Fitotécnia Mexicana 31(2):173-182.

TORIBIO MORALES, M. E, GOMÉZ-GUERRERO, A., DE LOS SANTOS-POSADAS, H. M. y FIERROS-GONZÁLEZ, A. M. 2006. Almacenamiento de Carbono en raíces de plantaciones de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden y Eucalyptus urophylla S. T. Blake en Oaxaca, México. Entregado para su publicación en la Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 15 p..

11) BIBLIOGRAFÍA

FIERROS GONZÁLEZ, A. M. y SOSA CEDILLO, V. 2000. Las plantaciones forestales comerciales en México: El programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN). En: Memoria del 1er. Congreso Nacional de Reforestación. Montecillo, México. PRONARE /SEMARNAP, México, D. F. CD. 15 p.

GÓMEZ-TEJERO, J. 2006. Índice de sitio y rendimiento maderable en una plantación comercial de Eucalyptus grandis Hill Ex Maiden y E. urophylla S: T: Blake, en el norte del Estado de Oaxaca, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 56 p

HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, N. 2008. Línea base de criterios e indicadores sociales de sustentabilidad de una plantación forestal comercial en los límites de Oaxaca y Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 146 p.

INTERNATIONAL PAPER. 2001. IP in Chiapas. Centro de Medios Independientes. Chiapas, México http://chiapas.mediosindependientes.org, 15 Septiembre 2006.

REYES-VALDOVINOS, J. R. 2006. Sistema de cubicación para Eucalyptus grandis y E. urophylla en los límites de Veracruz y Oaxaca. Tesis de Ingeniero Forestal. UACH-Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 67 p.

RIVERA RÍOS, C. A. 2007. Principios, Criterios e Indicadores para evaluar la sustentabilidad de plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 185 p.

SEMARNAT, 1996. Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. 79 p.

TELLES MEJIA, E. 2006. Edad óptima de cosecha en plantaciones forestales comerciales de Eucalipto, considerando ingresos por madera y captura de Carbono en Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 94 p.

TELLES MEJIA, E., GONZÁLEZ GUILLÉN, M. de J., DE LOS SANTOS POSADAS, H. M., FIERROS GONZÁLEZ, A. M., LILIEHOLM, R. J. y GÓMEZ GUERRERO, A. 2008. Rotación óptima en plantaciones de Eucalipto al incluir ingresos por captura de Carbono en Oaxaca, México. Revista Fitotécnia Mexicana 31(2):173-182.

CONCEPTO	$/ha	AÑO							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1. PLANEACIÓN									
1.1 Estudios de factibilidad	50.00	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00
1.2 Programas de Manejo Forestal	70.00	35.00	0.00	0.00	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00
1.3 Otros estudios	15.00	7.50	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00
Subtotal	135.00	67.50	0.00	0.00	0.00	67.50	0.00	0.00	0.00
2. INFRAESTRUCTURA									
2.1 Mantenimiento de caminos	342.80	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85
2.2 Construcción de caminos	1,000.00								1,000.00
Subtotal	1,342.80	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	42.85	1,042.85
3. PRODUCCIÓN DE PLANTA									
3.1 Llenado de charolas	83.53	0.00	83.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	11.31	0.00	11.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	12.39	0.00	12.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	59.83	0.00	59.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2 Desarrollo en invernadero	429.07	0.00	429.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	176.44	0.00	176.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	184.43	0.00	184.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	68.20	0.00	68.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.3 Desarrollo en área abierta	409.94	0.00	409.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	144.85	0.00	144.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	68.57	0.00	68.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	196.52	0.00	196.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	922.54	0.00	922.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Continúa...

CONCEPTO	$/ha	AÑO							
		0	1	2	3	4	5	6	7
4. PREPARACIÓN DEL SITIO									
4.1 Limpia del terreno	1,160.00	0.00	1,160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	578.00	0.00	578.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	475.00	0.00	475.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	107.00	0.00	107.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.2 Subsoleo	403.58	0.00	403.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	143.80	0.00	143.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	124.98	0.00	124.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	134.80	0.00	134.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.3 Aplicación de herbicida	534.06	0.00	534.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	251.46	0.00	251.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	51.71	0.00	51.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	95.86	0.00	95.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	135.00	0.00	135.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	2,097.64	0.00	2,097.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. PLANTACIÓN									
5.1 Transporte de planta	35.24	0.00	35.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	19.71	0.00	19.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	1.33	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	14.21	0.00	14.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.2 Plantación	649.69	0.00	649.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	573.66	0.00	573.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	8.94	0.00	8.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	67.09	0.00	67.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.3 Replantación	418.25	0.00	418.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	342.83	0.00	342.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	6.57	0.00	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	1,103.18	0.00	1,103.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. FERTILIZACIÓN									
6.1 Primera aplicación	467.50	0.00	467.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	187.38	0.00	187.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	6.57	0.00	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	204.70	0.00	204.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

6.2 Segunda aplicación	467.50	0.00	467.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	187.38	0.00	187.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	6.57	0.00	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	204.70	0.00	204.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	935.00	0.00	935.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Continúa…									

…Continuación

CONCEPTO	**$/ha**	**AÑO**							
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
7. MANTENIMIENTO									
7.1 Primer año	1,558.99	0.00	1,558.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	950.99	0.00	950.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	123.16	0.00	123.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	244.76	0.00	244.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	240.08	0.00	240.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.2 Segundo año	1,558.99	0.00	0.00	1,558.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	950.99	0.00	0.00	950.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	123.16	0.00	0.00	123.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	244.76	0.00	0.00	244.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	240.08	0.00	0.00	240.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	3,117.98	0.00	1,558.99	1,558.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8. PROTECCIÓN									
8.1 Cercado	292.76	0.00	292.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	176.47	0.00	176.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	9.18	0.00	9.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	68.85	0.00	68.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	38.27	0.00	38.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.2 Vigilancia	548.45	0.00	78.35	78.35	78.35	78.35	78.35	78.35	78.35
Mano de obra	538.93	0.00	76.99	76.99	76.99	76.99	76.99	76.99	76.99
Equipo y Maquinaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	9.52	0.00	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
8.3 Apertura de brechas cortafuego	121.62	0.00	121.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	43.85	0.00	43.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	27.93	0.00	27.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	49.84	0.00	49.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.4 Prevención y combate de incendios	466.48	0.00	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64
Mano de obra	267.05	0.00	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15

Equipo y Maquinaria	0.45	0.00	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Consumos	196.28	0.00	28.04	28.04	28.04	28.04	28.04	28.04	28.04
Otros cargos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.5 Control de plagas	83.85	0.00	83.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de obra	76.99	0.00	76.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo y Maquinaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros cargos	6.86	0.00	6.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	1,513.16	0.00	643.22	144.99	144.99	144.99	144.99	144.99	144.99
TOTAL	11,167.30	110.35	7,303.42	1,746.83	187.84	255.34	187.84	187.84	1,187.84
Contratación de tierras	3,402.00	0.00	0.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00
Administración y otros	10,619	0.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,588.00	1,091.00
GRAN TOTAL	25,188.30	110.35	8,891.42	3,718.83	2,159.84	2,227.34	2,159.84	2,159.84	2,662.84

ANEXO II.3

ESTUDIO DE CASO: FORESTACIONES MEXICANAS (FOMEX)

1) Antecedentes

1.1 GENERACIÓN DE LA IDEA

El marco conceptual dentro del cual se desenvuelve FOMEX expresa la intención en el desarrollo de este proyecto:

Visión

Ser una empresa dedicada al abasto de materias primas para la industria forestal, promoviendo el equilibrio ecológico y la conservación del ambiente, fomentando buenas relaciones con las comunidades donde opera, y generando beneficios sociales, económicos y ecológicos.

Misión

Producir materias primas forestales de alta calidad, a costos competitivos a nivel nacional e internacional, en armonía con el medio ambiente.

Políticas

- Cumplir cabalmente con las leyes y la normatividad forestal ambiental, no sólo en el ámbito nacional, sino también en el internacional,
- Trabajar permanentemente bajo estrictos controles de seguridad laboral, y
- Contribuir al desarrollo de la región donde se han establecido las plantaciones.

1.2 PROYECTO ORIGINAL

El proyecto se desarrolló con la finalidad de complementar el abasto de madera y asegurar la continuidad en la operación de la planta que REXCEL tiene en Zitácuaro, Michoacán, pero ha ido evolucionando hasta generar

ingresos por venta de madera a terceros. Actualmente, se tiene un enfoque de desarrollo de un negocio forestal dando un mayor valor a la masa arbolada.

1.3 FECHA DE INICIO

El proyecto FOMEX inició en 1994 con el establecimiento de sus primeras plantaciones de eucalipto. Estas plantaciones, además, fueron las primeras plantaciones de eucalipto que se establecieron en el trópico húmedo mexicano, en terrenos agropecuarios marginales de baja productividad, con diferentes grados de abandono.

2) Ubicación

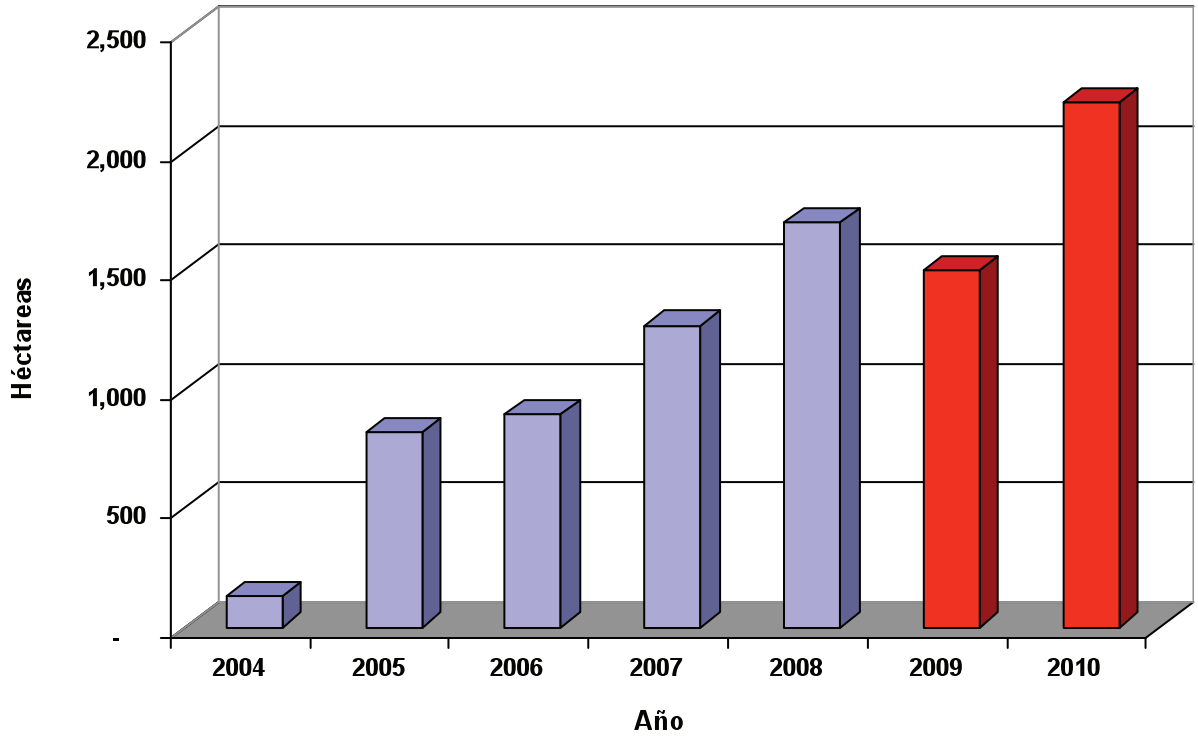
2.1 ESTADO (S) Y MUNICIPIOS

El proyecto de plantaciones forestales comerciales de FOMEX se desarrolla particularmente en el municipio de Huimanguillo en el poniente de Tabasco y en los municipios de Agua Dulce y Las Choapas en el sur de Veracruz, región donde ha participado activamente en la reconversión productiva de terrenos ociosos y subutilizados que fueron despojados de su vegetación forestal nativa con fines agropecuarios hace varias décadas.

3) Principales características del proyecto

3.1 TIPO DE EMPRESA Y NÚMERO DE EMPLEADOS

FOMEX pertenece al grupo empresarial REXCEL. Su nombre legal indica que es una Sociedad Anónima de Capital Variable.



3.2 PROPIEDAD DE LA TIERRA Y SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO

Una parte de la propiedad es propia y el resto es arrendada. La superficie plantada es de 7,094 ha, de las cuales 4,750 son arrendadas y 2,344 son propias

3.3 ESPECIES PLANTADAS

Las plantaciones de eucalipto que se establecieron durante 1994 y 1995, tuvieron como origen semilla obtenida de rodales selectos Australia e Indonesia, las cuatro especies utilizadas en esos años fueron Eucalyptus urophylla, E. grandis, E. tereticornis y algo de E. saligna.

La superficie que se ha plantado en diferentes años se muestra en la gráfica siguiente:

3.4 SUPERFICIE DE CONSERVACIÓN

Adicionalmente a las áreas forestadas, FOMEX cuenta con áreas con vegetación forestal nativa, tales como: relictos de selvas, acahuales, vegetación ribereña (bosques de galería) y bajos, que forman parte de su Programa de Conservación de Recursos Naturales. El área de conservación es de 3,219 ha.

4) SILVICULTURA Y MANEJO DE LAS PLANTACIONES

- Producción de planta en vivero

Las primeras plantaciones en México se establecieron sin controles estrictos de selección o grado de mejoramiento. FOMEX fue la primera empresa en stabler pruebas de progenie con semilla producida en su huerto semillero para validar la calidad del material genético de las nuevas razas locales y capturar fenotipos de alto valor, para ser probados e integrados a los programas operativos de plantaciones de eucalipto.

4.1 ORIGEN DEL GERMOPLASMA

La planta requerida para la plantación es producida en vivero, con semilla importada de alta calidad, estacas o clones seleccionados de procedencias de eucalipto. La adquisición de la semilla para producir las plántulas se hace siguiendo las normas internacionales que marca la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) y los documentos de inspección y certificación sanitaria de importación de las autoridades sanitarias de la Semarnat.

Actualmente, el germoplasma de Eucalyptus urophylla S.T. Blake utilizado por FOMEX procede de huertos semilleros y de clones, seleccionados y probados por la misma empresa. El origen de esos materiales puede ser de Australia, Sudáfrica o Indonesia.

4.2. PRODUCCIÓN DE ESTACAS O CLONES

En el jardín clonal del vivero se producen estacas de clones seleccionados. En esta área se obtiene el material vegetal (brotes) para su multiplicación de manera masiva, a través del manejo de plantas madre. Posteriormente, se realiza el enraizamiento de estacas, el cual consiste en lograr que los brotes maduren fisiológicamente (valorado por su tamaño y flexibilidad). Una vez alcanzada esta etapa son cosechados y cortados para obtener estacas entre 4 y 5 cm de altura y de grosor variable.

Después de que han colocado las estacas en tubetes para el enraizado, son transportadas a un área externa para promover la aclimatación de la planta obtenida. Esta área es protegida con malla sombra a fin de evitar problemas de deshidratación, por efecto de radiación solar.

Para el endurecimiento, las estacas son colocadas y expuestas al sol por un período de dos semanas. En esta etapa, se busca dar la lignificación adecuada a la planta. Los riegos son más espaciados y ya no se realizan fertilizaciones.

El proceso dura de 8 a 9 semanas, para su posterior establecimiento en campo.

4.3 MANEJO DE ENVASES

Para la producción de plántulas o para la producción de clones a partir de estacas se puede utilizar conos o tubetes de 66 cm3, con una longitud de 16 cm y 2.54 cm de diámetro, con cuatro guías para el desarrollo vertical de la raíz. Estos se pueden colocar en canastillas con capacidad de 200 conos el material es plástico en color negro.

4.4 PREPARACIÓN DE SUSTRATO

El sustrato puede ser de mezcla compuesta por un 60% de Germinaza® (cáscara de coco molida), 10% de Perlita y 30% de composta de corteza de pino, se puede elaborar con la ayuda de una revolvedora. A esta mezcla se la agrega 80 g de fertilizante comercial triple 17 (N-P-K) por cada 20 kg de Germinaza. Antes de la siembra el sustrato es desinfectado con Furadan, en dosis de 50 ml por cada 20 litros de agua.

4.5 SIEMBRA

Los conos o tubetes se llenan en forma manual, procurando darle una buena compactación, la cual se complementa en el invernadero después de los primeros riegos, con un molde especial.

La siembra se realiza en forma manual, con una jeringa hipodérmica sin aguja, lo que permite colocar de 2 a 4 semillas por contenedor, y se cubre con una capa de 3 a 4 mm de sustrato, dando un riego a saturación.

4.6 FERTILIZACIÓN

Después de la germinación se aplica el siguiente régimen de fertilización foliar: 9-45-15, por 7 días; 20-30-10, por 3 semanas; 9-35-7, espaciados cada 4 días, hasta los 60 días; y 23-10-21, cada 6 días.

Durante los primeros 45 días se aplican diferentes fungicidas, para evitar crear resistencia a uno solo (Captan, Benlate, Cupravit, Sinet, Banrot). Además del Furadan, que se utiliza para desinfectar al sustrato, también se aplican Lannate y Lorsban 480, para combatir grillos y gusanos defoliadores.

Se aplica riego a saturación dos o tres veces al día, dependiendo de la temperatura. Una vez que las plantas alcanzan de 10 a 12 cm de altura, se separan, dejando plantas por charola, lo que representa el 25% del número original.

4.7 CUIDADOS EN ÁREAS DE INTEMPERIZACIÓN

Cuando las plantas alcanzan de 15 a 18 cm (30 días) en el invernadero, se trasladan al área de intemperización, buscando que las plantas alcancen una mayor lignificación y se adapten al ambiente, previamente a su plantación en el terreno (60 días o más). Posteriormente se aplica un riego a discreción, según se detecte la necesidad.

4.8 ESTÁNDARES DE CALIDAD DE PLANTA

Previo a su envío al campo la planta se selecciona dejando sólo aquellas con 30 cm de altura y 3 mm de diámetro al cuello. Las charolas se llenan nuevamente con 200 plantas para su transporte, el cual se realiza en remolques con capacidad de 138 charolas (33,600 plantas por viaje), diseñados especialmente para que la planta no sufra daños.

Establecimiento y mantenimiento de la plantación

4.9. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se realiza un chapeo con maquinaria pesada, para eliminar arbustos, árboles dispersos, malezas y rebrotes de los eucaliptales, en los cuales se incluye la rasa de tocones una vez que se realizó el aprovechamiento. Se aplican herbicidas y se hace una quema de potreros para limpiar el terreno de malezas.

Se tienen brechas corta-fuego perimetrales e internas, para el mantenimiento de las plantaciones y, en su momento, como brechas de saca para la extracción de madera, junta y apilamiento de desperdicios para su descomposición o quema.

Sobre la hilera de tocones razados se hace un camellonamiento con camelloneador forestal. Esto se hace en dos pasos, para formar camellones de 0.50 m de altura y 2.0 m de ancho, a 3.0 m de espaciamiento de centro a centro de cada camellón sobre el cual se deberá establecer la plantación.

La preparación del suelo con camellones forestales, tiene un incremento mayor entre 25 y 30% en diámetro y altura de los eucaliptos a 3 años de edad, que preparación de rastra o subsoleo. Mientras que la combinación con subsoleo y camellones forestales tiene menor crecimiento (10 a 15%) de los árboles.

La preparación con camellones es muy útil en sitios con manto freático elevado y el subsoleo es necesario en sitios donde por el uso anterior existe una capa endurecida del suelo. Ambas prácticas se realizan en curvas a nivel.

4.10. DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

Se maneja una densidad de plantación de 1,100 árboles por hectárea, por lo cual se considerando dos espaciamientos, 3.5 x 2.6 m y 3.0 x 3.0 m.

4.11. MÉTODO DE PLANTACIÓN

Las plántulas establecidas de E. urophylla corresponden en un 65% de semillas procedentes de Brasil y 35% de clones producidos en vivero. Forestaciones Operativas de México cuenta con un vivero en Las Choapas, Veracruz. El porcentaje de sobrevivencia se estima en promedio del 84%, por lo que se realizan algunos replantes al mes del establecimiento.

4.12. FERTILIZACIÓN

Se hacen evaluaciones del crecimiento de las plantaciones, a las diferentes edades, para lograr la productividad al final del turno, para lo cual se suele realizar alguna fertilización para mejorar el crecimiento deseado. La fertilidad del suelo, se maneja aplicando fosforo y nitrógeno, debido a que esto resulta en un incremento de hasta 50% de incremento en la productividad (18 a 34 m3/ha/año).

La primera fertilización se realiza antes del establecimiento, junto con el camellonado o antes de plantar. Se aplica cal dolomítica o superfosfato de triple, en dosis de 80 a 120 kg por hectárea. Esta aplicación es importante porque permite el arranque de las plántulas, liberándolas de la competencia de pastos y malezas.

La segunda fertilización es de fosfato de amonio (18-46-00) y se realiza al mes de establecida la plantación, algunas veces puede realizarse al iniciar la temporada de lluvias. La dosis es de 110 kg por hectárea, enterrado en dos hoyos al lado de cada plántula, propiciando un crecimiento acelerado en altura de la plántula, permitiéndole mayor ventaja sobre la maleza.

FOMEX lleva a cabo un programa llamado Balance Nutricional de Plantaciones de Eucalipto, que bajo un enfoque sustentable, garantiza la productividad y el cuidado del ambiente. Como soporte a los clones seleccionados y validados para el establecimiento de una plantación, se ha integrado como practica la aplicación de cal dolomítica y superfosfato de calcio triple. Además, se recomienda la fertilización con elementos como N, P, K, Ca, Mg y B.

4.13 CONTROL DE MALEZAS

El primer control se realiza antes de plantar, aplicando herbicidas (Glifosfato y Ally) emergentes en toda la línea del camellón o de la línea roturada. La dosis es de un litro por hectárea. Todo con el propósito de retardar hasta 80 o 90 días la emergencia de estas. La frecuencia del control se determina con la agresividad, tipo de maleza y en función del ciclo de lluvias.

4.14. REPLANTACIÓN

La replantación se lleva a cabo al mes de la plantación, y depende del porcentaje de sobrevivencia que se tenga, hasta ese momento, de las plántulas inicialmente establecidas. La técnica de Forestaciones Operativas de México establece como criterio hacer la replantación en casos en que la sobrevivencia sea menor al 90%, o cuando se presenten manchones aislados de pérdidas de plántulas.

4.15. TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

Las plantaciones principalmente están constituidas por una cohorte coetánea de individuos ordenados espacialmente en hileras, que pueden variar entre 3.5 x 2.6 m y 3.0 x 3.0 m. Es una práctica común aplicar fertilizantes antes de la plantación y a los 6 meses posteriores. También se realiza la eliminación de plantas indeseables a la plantación con el fin de eliminar problemas de competencia.

Debido a que los turnos son cortos, la cosecha de la plantación se hace en una sola corta a matarrasa en toda la superficie del área plantada, al transcurrir el turno. El volumen promedio estimado a extraer, se espera entre 25 y 20 m3 en rollo por hectárea por año.

4.16. LIMPIAS

La primera labor de limpieza del terreno, se realiza para eliminar malezas y plantas no deseadas que puedan representar competencia para las plantas de eucalipto. Se lleva a cabo durante el segundo o tercer mes después del establecimiento, debido a que no se puede aplicar herbicida en este momento, ya que las plántulas pueden sufrir severos daños causados por los herbicidas. Posteriormente la limpia y control de malezas, se lleva a cabo para evitar que la vegetación indeseable alcance a las plantas, y la frecuencia dependerá de la agresividad de las plantas y de la temporada de lluvias. Las labores mecanizadas para eliminar la vegetación herbácea se realizan en forma transversal a la pendiente y los productos químicos sólo son para eliminar la parte aérea de las plantas.

4.17. PODAS Y ACLAREOS

Las podas y aclareos no están consideradas debido a que el objetivo de la plantación es la producción de celulósicos. Sólo se practica en casos excepcionales, como pueden ser las prácticas de saneamiento.

Cosecha de la plantación

Ordenamiento del aprovechamiento

Las principales plantaciones de eucaliptos, se han establecido en predios ubicados a la orilla o en la cercanía de caminos ya establecidos y en uso continuo, así como vías de ferrocarril, por lo que no es necesario, al menos para las plantaciones del sur de México, la construcción de infraestructura para este fin.

4.18 PRÁCTICAS DE APROVECHAMIENTO

El proceso de cosecha se inicia con el derribo del arbolado, el cual se hace preferentemente con motosierra en la corta del tronco al ras del suelo, evitando dañar la cubierta superficial del suelo.

El arbolado derribado es desramado y despuntado en el mismo terreno con motosierras adecuadas o machete. En el mismo terreno se establecerán los apilamientos en cuerdas, de las trozas dimensionadas a los largos preestablecidos.

El arrastre y arrime de la cosecha se realiza con tractores agrícolas comunes o con animales de carga, que lleven el producto a las orillas de los caminos de acceso dentro del predio, donde se harán apilamientos en cuerdas, con los largos que requiera el mercado.

4.19 TRANSPORTE

Los puntos de embarque del producto se hacen a pie de caminos pavimentados o de estaciones de ferrocarril, para su transporte a los centros de consumo.

4.20. CRECIMIENTOS Y TURNOS DETERMINADOS

- Tablas de volúmenes

Datos disponibles

La empresa cuenta con modelos de volumen total de fuste con y sin corteza construidos a partir de 635 árboles muestra de diferentes edades y condiciones de crecimiento.

Modelo de Volumen de fuste total

El modelo de volumen seleccionado para el estudio de caso es el de Schumacher y Hall es de la forma

Donde: Vt es el volumen de fuste total en m3, D es el diámetro en cm y H es la altura total en m.

Existe también un modelo de proporción directa de Volumen sin corteza (Vs) de la forma

El modelo sugiere que del total del volumen con corteza el 86% corresponde a madera en rollo sin corteza.

Modelo de distribución de productos por árbol

Para poder realizar la distribución de productos por árbol se necesita de una ecuación de ahusamiento integrable a lo largo del fuste o de un modelo de volumen comercial. En este caso se utilizo un modelo de volumen comercial y ahusamiento compatible que permite obtener de manera simultánea el volumen comercial variable a cualquier punto del fuste y el ahusamiento del mismo. El modelo propuesto es el modelo de Fang y Bailey (1999) de la forma:

Donde: Vcc es el volumen comercial con corteza en m3 definidos a la punta no comercial d en cm que se encuentra a la distancia desde la punta h en m, las demás variables ya fueron definidas.

A este modelo le corresponde un modelo de ahusamiento compatible de la forma

A este modelo le corresponde un modelo de ahusamiento compatible de la forma

$$d = \sqrt{\frac{0.000066}{\beta} \times D^{1.706501} \times H^{1.049646-\frac{k}{\beta}} \times (H-h)^{\frac{k-\beta}{\beta}}}$$

Donde k = $\pi/40{,}000\pi/40{,}000$ y b = 0.000024

Y un modelo de estimación de h de la forma

$$h = H - \left(\frac{d^2}{\frac{0.000066}{\beta} \times D^{1.706501} \times H^{1.049646-\frac{k}{\beta}}} \right)^{\frac{\beta}{k-\beta}}$$

Así para una punta variable d es posible obtener la distribución de productos por árbol durante el inventario simultáneamente con el volumen total

Modelos de crecimiento

Datos disponibles

En este caso se cuenta con datos provistos por la empresa de 120 de sus sitios de inventario distribuidos en varias clases de edad. Cada sito con una superficie de 1/20 de ha. El cálculo de volumen total y por productos en cada sitio se obtuvo utilizando las ecuaciones anteriores.

Modelos de índice de sitio

Si bien los datos de inventario no se tomaron con una definición de cuantos árboles medir por ha, lo que se decidió fue tomar los árboles cuya proporción de altura estuviera por arriba del 85% del resto de lar árboles y definir estos como los árboles dominantes del sitio. Con esto se garantizó un promedio de 5 árboles dominantes por sitio (4.96) lo que se ajusta a una definición de que la altura dominante corresponde al promedio de los 100 árboles dominante por ha.

Para ajustar estos datos se utilizo el modelo de Schumacher generalizado a tres parámetros para obtener el ajuste promedio de los datos de la forma

$$A = 35.88 \times \exp\left(-\frac{1.702389}{E^{0.735836}}\right)$$

Donde: A es la altura dominante promedio por sitio en metros; E es la edad en años.

Para estimar el índice de sitio (IS) se opta por una ecuación anamórfica ya que al comparar las familias de curvas con los datos, este tipo de familias de IS representaron de manera adecuada el patrón de dispersión observado (Figura TT). Las familias anamórficas de IS tienen la siguiente expresión matemática

$$IS = A_R \times \exp\left(1.702389 \times \left(\frac{1}{E_R^{0.735836}} - \frac{1}{E_B^{0.735836}}\right)\right)$$

Donde: A_R es la altura dominante promedio del sitio/rodal a evaluar para IS en metros; E_R es la edad en años del sitio/rodal a evaluar, EB es la edad base en años, en este caso 14.

Modelo de Área Basal y Volumen por ha

Tanto para el área basal por ha (AB) y el volumen total con corteza por ha (V) se utilizan modelos basados en la generalización de Schumacher ya que permitieron un ajuste adecuado y son sensibles a la calidad de sitio. De esta forma los modelos promedio de AB y V ajustado a los datos son de la forma

$$AB = \delta_0 \times A^{\delta_1} \times N^{\delta_5} \exp\left(\frac{1}{E}(\delta_3 + \delta_4 \times A)\right)$$

$$V = \gamma_0 \times AB^{\gamma_1} \times N^{\gamma_2} \times A^{\gamma_3} \exp\left(-\frac{\gamma_4}{E}\right)$$

Donde N es el número total de fustes vivos por ha y los valores de los parámetros de los modelos se listan a continuación:

$\delta_{0.=}$	0.000205
$\delta_{1=}$	2.12072
$\delta_{3=}$	1.309134
$\delta_{4=}$	-0.1282
$\delta_{5=}$	0.749331
$\gamma_{0=}$	0.660078
$\gamma_{1=}$	1.028538
$\gamma_{2=}$	-0.03452
$\gamma_{3=}$	0.829867
$\gamma_{4=}$	-0.12848

Sistema de Mortalidad

En este caso se necesita un sistema de mortalidad que ayude a compensar por la mortalidad inicial y que modele la disminución de fustes vivos de manera adecuada. En este caso se usa una ecuación de mortalidad promedio de la forma

$$N = \theta_0 \times \exp\left(-\theta_1 \times E\right)$$

Los datos sugieren que es necesario estandarizar la mortalidad dependiendo de la supervivencia obtenida en el año 1 por lo que se generan curvas de mortalidad dependiendo el índice de mortalidad inicial. De esta forma la reducción en el número de fustes queda de la forma

$$N = N_0 \times \exp\left(-0.041642 \times \left(E - E_0\right)\right)$$

Donde No es el numero de árboles vivos a la edad inicial Eo (1 o 2 años).

Todos los modelos descritos se ajustaron vía mínimos cuadrados ordinarios no lineales.

Modelos de distribución de productos por ha.

Para estimar el volumen comercial a diferentes diámetros mínimos de corta y puntas comerciales se usó la estructura de proporciones totales de Amateis et al. (1986)

$$V_{t,d} = V \times \exp\left(-\left(0.20253 \times \left(\frac{t}{D_q}\right)^{1.420251} + 0.43845 \times N^{-0.0331} \times \left(\frac{d}{D_q}\right)^{5.391215}\right)\right)$$

Donde Vt,d es el volumen en m3/ha al diámetro mínimo de corta d y al diámetro de la punta comercial t.

Los volúmenes comerciales se definieron en cada sitio a 5 diferentes especificaciones de diámetro mínimo y puntas comerciales (en cm): d=10 y t=8, , d=15 y t=8, d=20 y t=8, d=20 y t=10, d=20 y t=15 usando los modelos de volumen comercial previamente generados.
Este modelo no requiere que se conozca la distribución diamétrica de la plantación y sigue siendo un modelo de tipo explicito por ha. Los volúmenes por producto se calculan de forma secuencial tal y como describe Telles et al (2009) y este componente se ajustó bajo mínimos cuadrados ordinarios no lineales.

Productividad promedio, Rendimiento y Turno técnico.

A continuación se presentan las tablas de producción en m3/ha estimadas por IS tomando como base una densidad inicial de plantación de 1200 ha y una supervivencia inicial del 90%. El IS promedio vía la muestra es 30, por lo que se puede considerar como el rendimiento promedio. El turno técnico calculado es de 6.5 años, por lo que se redondea a 7 por operatividad.

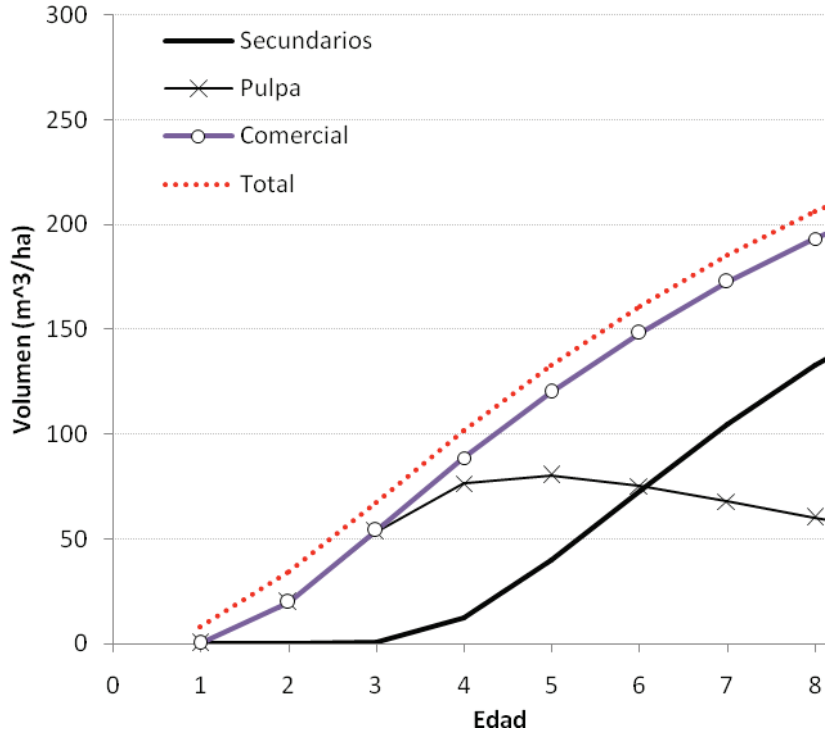
		Indice de Sitio			
Edad	**33**	**30**	**27.5**	**22.5**	**17.5**
(Años)					
1	10	8	7	4	2
2	42	34	28	18	10
3	83	67	55	34	18
4	126	101	83	51	27
5	167	133	108	65	34
6	204	161	130	77	40
7	236	186	149	88	45
8	263	206	165	97	49
9	286	224	178	104	52
10	306	238	189	110	55
11	322	250	198	114	57
12	335	259	205	118	58
13	345	267	211	121	60
14	353	273	215	123	61
15	359	277	218	125	61

Para este rendimiento promedio, así como para los otros, se pueden generar la distribución de productos en base a las especificaciones de los productos vía las dimensiones de los árboles. En este caso se definieron los siguientes umbrales. Limite comercial total a la punta del fuste 8 cm, límite inferior para celulósicos sobre el fuste 10 cm, límite superior para secundarios sobre el fuste 10 cm, límite inferior para secundarios sobre el fuste 20 cm, límite superior para primarios sobre el fuste 20 cm y límite inferior para primarios sobre el fuste 35 cm.

La distribución proporcional en porcentaje para estos casos y el rendimiento promedio se ejemplifica en el siguiente cuadro. Se resaltan en negritas la distribución de productos a un turno de 7 años.

		Porcentaje del Volumen Total		
Edad (años)	**Primarios**	**Secundarios**	**Pulpa**	**Comercial**
1	0.0%	0.0%	6.1%	6.1%
2	0.0%	0.0%	65.2%	65.2%
3	0.0%	3.2%	80.5%	83.7%
4	0.0%	22.2%	67.2%	89.3%
5	0.0%	43.1%	48.8%	91.8%
6	0.0%	57.8%	35.4%	93.2%
7	**0.1%**	**67.3%**	**26.6%**	**94.0%**
8	0.7%	73.1%	20.8%	94.6%
9	2.0%	76.2%	16.8%	95.1%
10	4.3%	77.1%	14.0%	95.4%
11	7.3%	76.4%	11.9%	95.7%
12	10.8%	74.7%	10.3%	95.9%
13	14.5%	72.4%	9.1%	96.1%
14	18.3%	69.7%	8.1%	96.2%
15	22.1%	66.9%	7.3%	96.3%

De manera gráfica en función del volumen las proporciones de productos por edad al turno son:



5) Inventarios y distribución de productos

5.1 EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

Con los datos disponibles se calcula que las existencias promedio por ha para FOMEX son de 184 m3/ha con una precisión del 11% y una confiabilidad estadística del 95%. Como se puede apreciar en la tabla de producción este estimador por ha es muy parecido al estimador promedio del volumen al turno técnico (186 m3) por lo que se puede aplicar la misma frecuencia de distribución de productos descrita, es decir 0.1% (.184 m3) Primarios, 67% (105 m3) secundarios y 26.6% (68 m3) pulpa y celulósicos.

6) PRODUCCIÓN DE PLANTA

Germoplasma

Para 1996, se descartó el uso de E. tereticornis y E. saligna, por los pobres resultados observados, usándose en esos años únicamente Eucalyptus urophylla y E. grandis de rodales selectos Australia, Indonesia y Papua Nueva Guinea, así como de areas experimentales de Guatemala.

En 1997, se introdujo además de la usada en 1996, semilla de Eucalyptus urophylla y E. grandis, procedente de otros lugares, tales como: Brasil, Sudáfrica y Zimbabwe. Esta base genética, relativamente amplia, se incrementó aún más a partir de 1998 y hasta 2000, introduciendo semilla mejorada de E. grandis, E. urophylla y del híbrido de E. urophylla x E. grandis (E. urograndis), de IPEF, RIPASA y CENIBRA (Brasil). Esta semilla, cuenta con

mejoramiento genético para aumentar la productividad, pero no tiene resistencia a la gangrena (cancro o canker), una enfermedad causada por el hongo Cryphonectria cubensis, la cual afecta fuertemente al E. grandis.

Prevención, detección y combate de incendios.

Una actividad de gran importancia, es la prevención, la detección y el combate de incendios, sobre todo durante el primer semestre de cada año (temporada de estiaje). Por lo tanto, en febrero de cada año Forestaciones elabora y presenta ante las autoridades federales correspondientes y los órganos estatales que lo han requerido, un "Programa de Prevención, Detección y Combate de Incendios", el cual presenta la forma como la empresa se prepara con el equipo, las herramientas, los vehículos, las torres de observación y el personal necesarios, que permitan hacer frente en forma oportuna y eficiente a cualquier incendio que amenace ya sea a las plantaciones de eucalipto, como a las áreas de conservación de recursos naturales, o a los diversos valores ecológicos, económicos y sociales de los vecinos o de la sociedad en general. Este programa se diseña e instrumenta cada año, aprovechando las experiencias que se han tenido desde el inicio de operaciones en 1994, aunque en forma especial de las obtenidas durante los años de 1998 a 2003.

Por lo expresado, son objetivos de este programa los siguientes:

- Promover en las comunidades vecinas al proyecto. el uso adecuado del fuego como herramienta para realizardiversas actividades agropecuarias, incluyendo el trámite del permiso para hacer quemas controladas cuando así lo requieran.
- Construir brechas corta-fuego en la periferia de las plantaciones y mantener caminos internos para que funcionen como brechas corta-fuego.
- Cooperar con las autoridades federales involucradas (SEMARNAT, CONAFOR, PROFEPA, SAGARPA, SEDENA, gobiernos estatales y municipales), en las actividades de prevención, detección y control de incendios agropecuarios.
- Cooperar con otros productores agropecuarios, en las actividades de prevención, detección y combate de incendios agropecuarios.
- Pero sobre todo evitar que el fuego usado en actividades agropecuarias o el generado por actitudes vandálicas, cause daños a las plantaciones de eucalipto en cualquier etapa de desarrollo o a las áreas de conservación de vegetación forestal nativa.

Prevención, monitoreo y control de plagas y enfermedades

Como puede ocurrir con la mayor parte de las plantaciones donde se utilizan especies introducidas, en un principio prácticamente no existen enemigos naturales que se puedan convertir en plagas o enfermedades, por lo que los primeros años pueden verse libres de ellas. Lo cual se confirmó en las plantaciones de eucalipto establecidas por la empresa en el poniente de Tabasco y el sur de Veracruz entre 1994 y 1997, ya que no se observó la presencia de plagas o enfermedades, durante estos cuatro años.

Sin embargo, desde 1996 y en forma continua hasta ahora, se ha mantenido los siguientes contactos:

- Con las dependencias gubernamentales federales que a lo largo del tiempo han tenido a su cargo la sanidad forestal, y

- Con la División de Ciencias Forestales de Universidad Autónoma Chapingo.

También se ha obtenido asesoría en materia de sanidad forestal de consultores de talla internacional, tales como:

- El Dr. Charles S. Hodges, quien además de colaborar con Zobel Forestry Associates, Inc., es patólogo forestal del Departamento de Patología Vegetal de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en Raleigh.

- El Dr. Mark E. Fenn, patólogo y líder de proyecto de la Estación Experimental Forestal del Pacífico Suroeste con sede en Riverside, California, y el Ing. John Kliejunas, patólogo de la Administración de Pestes Forestales con sede en San Francisco, California, ambos del Servicio Forestal de Estados Unidos (U.S.D.A.).

- El Dr. Michael J. Wingfield, Profesor de Patología, de la Universidad de Pretoria, Sudáfrica.

Además, se encomendó al Doctor David Cibrián Tovar, Profesor - Investigador de la División de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma Chapingo, hacer un "Diagnóstico Fitosanitario General" de las plantaciones forestales comerciales que la empresa estableció desde 1994 a 2000, para precisar las condiciones en que se encontraban.

El 30 de enero de 2002, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la NOM-EM-002-RECNAT-2002, que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto Glycaspis brimblecombei, la cual entró en vigor al día siguiente de su publicación.

A fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en esta NOM y para evitar que la conchuela o psílido del eucalipto cause daños a las plantaciones de la empresa, desde enero de 2002, la empresa ha intensificado los monitoreos, tanto dentro y alrededor del las plantaciones establecidas, como en las posibles rutas de llegada del insecto, en el centro y sur de Veracruz y el norte de Oaxaca.

Además, se formalizó mediante un convenio, la relación ya muy estrecha, con la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, para realizar un estudio sobre la susceptibilidad de las especies de eucalipto que la empresa usa en sus plantaciones, a la conchuela o psílido del eucalipto (Glycaspis brimblecombei), cuyos resultados se presentan en un informe del Dr. David Cibrián Tovar y otros técnicos de esa Universidad, fechado el 18 de junio de 2002.

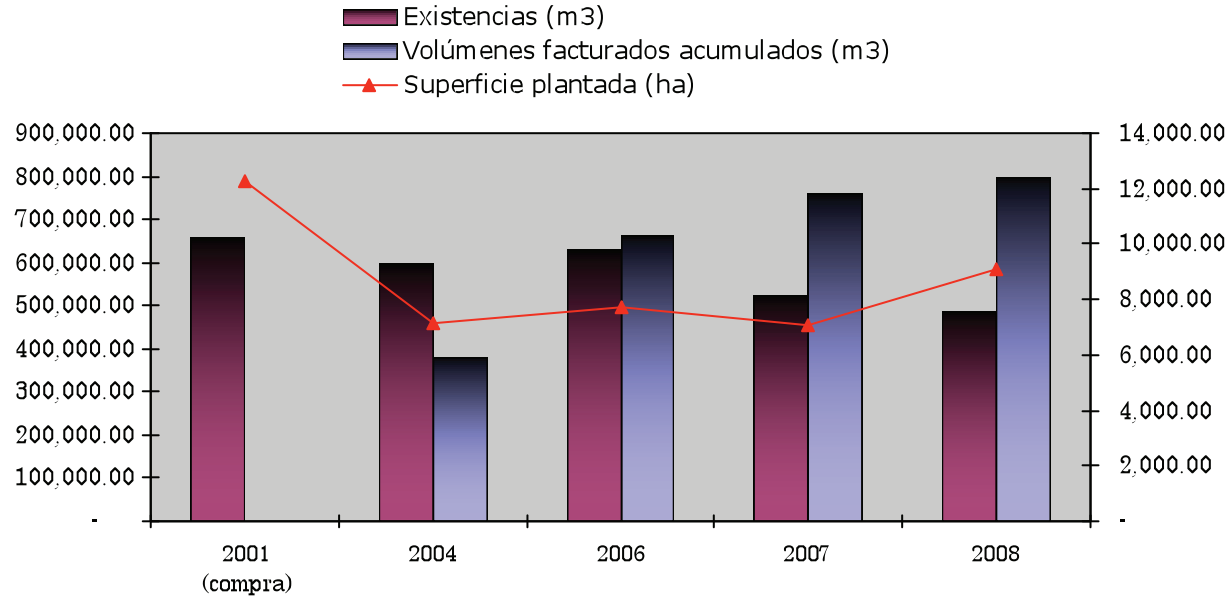
Como resultado de la cooperación interinstitucional que FOMEX ha sostenido para conocer más a la conchuela o psílido del eucalipto, el M.C. Francisco Ferreira y el Ing. Gregorio Martínez Sebastián, investigadores de la empresa, presentaron un trabajo titulado: "Estrategia de Prevención y Control de la Conchuela del Eucalipto (Glicaspis brimblecombei) en Plantaciones Forestales Comerciales, en el Trópico Húmedo Mexicano", durante la "Reunión NAPPO-SEMARNAT sobre intercambio técnico para el control del psílido del eucalipto", que se llevó a cabo del 25 al 27 de junio de 2002, en Cuernavaca, Morelos.

Los resultados de los monitoreos realizados y de los estudios hechos con la colaboración de la Universidad

Autónoma Chapingo, permiten afirmar que a la fecha, no se ha detectado la presencia de la conchuela del eucalipto en las plantaciones de esta empresa.

EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS

En la siguiente gráfica se observan las existencias y los volúmenes que han sido cosechados desde el 2001.



7) *Investigación y monitoreo*

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Investigación.

Paralelamente al establecimiento de sus plantaciones de eucalipto, FOMEX inició sus actividades formales de investigación en 1997, al establecer sus primeros ensayos de procedencias/progenie, con el objetivo de consolidar su base genética conocida y de calidad; ello se hizo a través del establecimiento de ensayos a partir de ese año y en forma continua hasta la fecha, para las especies Eucalyptus grandis y E. urophylla, y su híbrido E. urograndis. En total, se han probado más de 320 familias (progenies) de E. grandis, 45 del híbrido E. urograndis y 500 de E. urophylla.

El paso siguiente al establecimiento de una base genética amplia, fue el hacer la selección de árboles superiores ("plus") tanto de los mismos ensayos, como de algunas plantaciones comerciales de la empresa, con el objetivo de desarrollar un programa clonal, que permitiera, dentro de un corto lapso, lograr resultados significativos en:

• Incrementar la productividad (IMA),

• Eliminar o minimizar los daños causados por enfermedades, principalmente por la gangrena del eucalipto, causada por el hongo Cryphonectria cubensis, y
• Aumentar la supervivencia y la calidad de las plantaciones.

Las primeras selecciones se hicieron en 1999, siguiendo un proceso continuo, siempre buscando mejores individuos, con potencial para ser clonados por sus características, como son la resistencia a plagas o enfermedades, la calidad de la madera, la forma del fuste, etc.

La selección de los árboles selectos se hace cuando estos tienen entre 3 y 3.5 años de edad, su reproducción ("capturada") se hace mediante el enraizamiento de rebrotes (estacas); después, forman parte de las pruebas clonales por tres años más. Aquellos sujetos que proporcionen mejores resultados a esa edad, que signifiquen "ganancias" contra el material genético usado en las plantaciones (de semilla u otros clones) y que estas sean de interés para la empresa, son considerados "validados" y pasan a integrar el programa clonal operativo.

Para la multiplicación en vivero del material mejorado genéticamente (producción de planta) FOMEX cuenta con tecnología de primer nivel, con técnicas de cultivo hidropónico para mejorar la calidad de las estacas (esquejes), la velocidad y la tasa de enraizamiento; además de que cuenta con invernaderos especiales para la clonación. A la fecha, FOMEX cuenta con más de 350 clones capturados, la mayoría en proceso de validación (pruebas clonales), actualmente se tienen 16 clones ya validados que entrarán en uso operativo, con los cuales se planean establecer 1,000 hectáreas de plantaciones durante 2004.

Para 2004, se intentó crear una nueva generación de mejoramiento a través de la hibridación, por cruces controladas, de clones ya validados en campo (con alta productividad y resistencia a cancro), a fin de obtener E. urograndis con material ya adaptado a las condiciones locales.

8) Beneficios adicionales

Al desarrollar actividades productivas en la zona rural donde se ubica el área de plantaciones forestales, se crean nuevas fuentes de trabajo para la población que vive en las cercanías, así como también se genera una importante derrama económica en la comunidad, debido a las erogaciones que es necesario realizar para el establecimiento, manejo y aprovechamiento de la plantación.

Lo anterior se ve complementado con otros beneficios sociales cuando:

• Se mejora la calidad de vida de los habitantes de las cercanías de las plantaciones.
• Se capacita a campesinos y trabajadores en cultivos forestales.
• Se generan empleos indirectos.
• Se genera una cultura forestal y ambiental entre los pobladores de las áreas vecinas.
• Se mejoran los caminos rurales.

Además, se generan beneficios ambientales al conservar y en muchos casos mejorar al término del turno de siete años, los diversos componentes del ecosistema donde se establecieron las plantaciones, de la siguiente manera:

- Mejorando la estructura física y química del suelo como resultado de la penetración profunda de las raíces de los árboles y su consecuente descompactación.
- Mejorando la fertilidad del suelo como resultado de una mayor incorporación de materia orgánica, a lo largo de los siete años en que se desarrolla la plantación.
- Mejorando el drenaje de los suelos, evitando que sean inundados durante el período de lluvias.
- Disminuyendo el efecto de la erosión eólica, al actuar la plantación como cortina rompe-vientos.
- Conservando la vegetación nativa que se encuentren dentro o alrededor de las plantaciones, sobre las cuales Forestaciones, ha adquirido derechos de uso.
- Mejorando el paisaje al introducirle componentes arbóreos a espacios desprovistos de este tipo de vegetación, que actualmente son ocupados por pastizales subutilizados, o se encuentran ociosos.
- Disminuyendo de manera indirecta la presión que existe sobre los bosques y selvas naturales, ya que al producirse materia prima adicional con las plantaciones comerciales, aumentará la oferta en el mercado y consecuentemente será menos rentable seguir depredando la vegetación nativa.
- Favoreciendo la aparición y permanencia de mayor número de especies y de individuos de fauna silvestre, como resultado de la creación de hábitat más favorables.
- Conservando las áreas con vegetación natural.
- Incrementando la producción de oxígeno y la captura de carbono.
- Creando cultura forestal en el área de influencia de las plantaciones.
- Favoreciendo el desarrollo del sotobosque bajo las plantaciones establecidas y cultivadas.

9) Literatura y materiales divulgativos producidos por el proyecto

A pregunta expresa sobre la generación de materiales divulgativos por parte de la empresa, la respuesta fue que no se han generado.

10) Bibliografía

Para la elaboración de este documento se consultó la base de datos del Programa PRODEPLAN, 2009. además de los informes que la misma empresa ha entregado a la CONAFOR.

Fue muy importante también las observaciones personales y los comentarios personales de los técnicos de FOMEX, durante una visita realizada a la empresa en mayo de 2009.

ANEXO II.4

ESTUDIO DE CASO: PLANTACIONES FORESTALES DEL SURESTE (PROPLANSE)

1) Antecedentes

1.1 GENERACIÓN DE LA IDEA.

En el caso de esta empresa, se pensó en establecer PFC en el Sureste de la República Mexicana, con el objetivo de producir madera de Cedro y Caoba para la fabricación de muebles. Sin embargo, debido a los problemas para controlar Hypsipylla grandella, un barrenador que ataca estas especies en las primeras etapas de desarrollo, se inició el cambio para plantar Melina, Eucalipto y Ceiba principalmente, manteniendo la idea de establecer PFC.

1.2 PROYECTO ORIGINAL.

Su integración abarca un conglomerado de empresas a las que PROLANSE abastece de materia prima para las plantas de aserrío y transformación localizadas en Tabasco y Estado de México. La empresa cuenta con plantaciones de Cedro, Caoba, Melina, Teca, Ceiba y Eucalipto y el proceso de cosecha se inició dese 2004. El proyecto de PROPLANSE es amplio y de las 6 mil hectáreas plantadas actualmente, 4,500 fueron establecidas con apoyos del Programa de Plantaciones Forestales (PRODEPLAN), equivalentes a 13.8 millones de pesos (http://www.mexicoforestal.gob.mx/nota.php?id
=342). En 2003 PROPLANSE adquirió la empresa Desarrollo Forestal. Actualmente la empresa se enfoca principalmente a la plantación de eucalipto y melina.

1.3 FECHA DE INICIO.

PROPLANSE, S.A. de C.V. inicia con las primeras Plantaciones Forestales Comerciales de Cedro y Caoba en el año 1998.

2) Ubicación

2.1 ESTADO (S) Y MUNICIPIOS.

El proyecto actualmente se desarrolla en el Estado de Tabasco en los municipios de Huimanguillo, Emiliano Zapata y Balancán, este último, en donde se encuentra la mayor parte de las plantaciones establecidas y las oficinas principales del proyecto.

2.2 UBICACIÓN DE MUNICIPIOs

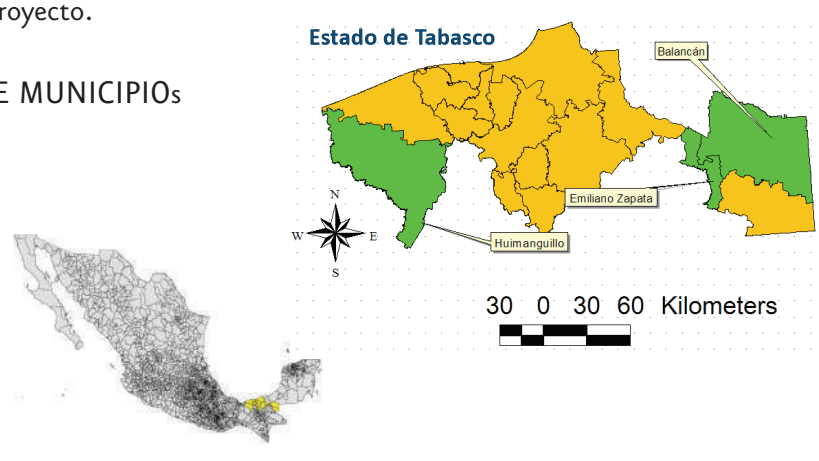


Figura 1. Ubicación de los municipios donde impacta el proyecto

3) Principales características del proyecto

3.1 TIPO DE EMPRESA Y NÚMERO DE EMPLEADOS.

PROPLANSE, S.A. de C.V. es el proyecto de plantaciones, y forma parte de un grupo de empresas de aserrío, elaboración de productos terminados y comercialización.

3.2 PROPIEDAD DE LA TIERRA Y SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO.

La empresa crecerá más en tierras propias, de las 3800 has con plantaciones actualmente, 1,100 ha son rentadas y 2,700 son propiedad de las empresa.

3.3 ESPECIES PLANTADAS.

Melina, Eucalipto, Cedro, Caoba y Ceiba.

3.4 SUPERFICIE POR ESPECIE.

Melina 2750, Eucalipto 1280, Cedro 146, Ceiba 328, Caoba 281, Teca 10 y Pino 2.

3.5 SUPERFICIE POR CLASE DE EDAD.

La superficie por clase de edad, se indica en la Tabla siguiente:

Año de plantación	Superficie (ha)	Edad
1994	953	15
1997	7	12
1999	282	10
2000	280	9
2001	391	8
2002	474	7
2003	678	6
2004	313	5
2005	105	4
2006	41	3
2007	228	2
2008	45	1

3.6 SUPERFICIE DE CONSERVACIÓN: 180 HA, ES DECIR ALREDEDOR DEL 7% DE LA SUPERFICIE DE TERRENOS PROPIOS DE LA EMPRESA.

3.7 INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL

- Oficinas y campamentos. Se cuenta con una oficina en el Km 12.5 carr. Balancán-El Triunfo, Municipio de Balancán, Estado de Tabasco. Asimismo, se cuenta con 11 campamentos distribuidos estratégicamente en los predios plantados de la empresa.

- Viveros. Se cuenta con un vivero ubicado en el Km 12.5 carr. Balancán-El Triunfo, Municipio de Balancán, Estado de Tabasco. Donde se producen 1.5 millones de planta anualmente.

- Caminos y brechas. Los predios de la empresa son transitables todo el año, en promedio se tiene una densidad de 40 m de camino por hectárea en las plantaciones. Lo que suman aproximadamente 152 km de camino en el conglomerado de plantaciones.

3.8 PRODUCTOS PLANEADOS

A principios de 2006, PROPLANSE logró la instalación de un moderno aserradero en Tabasco en el que se fabrica madera aserrada de eucalipto de diversas dimensiones y elaboración de tarimas. Se considera una empresa pionera en México por entrar al proceso de aserrío de la madera de eucalipto. La determinación que tiene PROPLANSE para entrar en el negocio de las plantaciones y la inquietud de probar diferentes métodos en la producción tecnología de la transformación de madera la proyectan como una empresa líder en México.

Figura 2. Vista general del aserradero ubicado en Balancán, Tabasco.

3.9 INVERSIÓN ACTUAL Y FUTURA.

Un objetivo importante es crecer en superficie plantada en la región. Se proyecta crecer hasta 8000 ha de plantación en la región.

4) Silvicultura y manejo de las plantaciones

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PAQUETES TECNOLÓGICOS

Para la producción de planta en vivero (de las especies principales)

- Superficie total de viveros.

La superficie del vivero es de 12-00-00- ha, y la producción de planta toma alrededor de 12 semanas para eucalipto y 10 para melina.

- Características físicas y técnicas de los invernaderos.

Cuenta con dos secciones. Sección de crecimiento de planta con tres carros de riego semiautomatizados acondicionado con un inyector para dosificación de productos agroquímicos, tiene estructuras de soporte de material galvanizado para acomodo de charolas y bastidores con tubetes, el techo cubierto con malla media sombra de 5 por 15 m al 80% de sombra, corrediza y tensada con alambre galvanizado. Sección de aclimatación con tres carros de riego, con alimentación de agua de pozo profundo y tanque de almacenamiento de 10,000 l, estructuras de soporte son de galvanizado, sin malla sombra. En el vivero se cuenta con almacén de insumos y materiales para la producción y área de llenado de contenedores y siembra.

Figura 3. Vista general de la producción de planta en vivero en las primeras fases.

- Características físicas y técnicas de las áreas de intemperización.

El área de intemperización cuenta una superficie de 6000 m² donde existen tres carros de riego. La intemperización de la planta se realiza en el mismo lugar de producción y una vez que el ciclo de producción está por terminar la planta se expone a luz solar directa en lugar continuar bajo una malla a 60% de luz como se mantienen en las primeras fases de producción.

- Características de la infraestructura adicional (almacén, áreas de llenado de contenedores, de siembra y trasplante, alimentación, sanitarias; otras). La empresa cuenta con infraestructura de almacén, llenado de contendores, de siembra y trasplante adecuada a las condiciones climáticas de la zona. Se cuenta con una nave de 20 por 60 mts, ahí se tiene un área destinada para el almacén de los sustratos (agrolita, vermiculita y peat moss), se tiene un área de mezcla de sustratos y llenado de contenedores, posteriormente pasan los contenedores a las mesas en el área de siembra.

Figura 4. Vista general de la nave de almacén y llenado de sustratos.

Organigrama operativo del vivero

El vivero se encuentra a cargo de un Técnico de nivel profesional, quien depende de la Gerencia de plantaciones. El responsable tiene a su cargo 28 personas, para las distintas actividades que se realizan durante la producción de planta.

Calendario operativo tipo del vivero

Las actividades de producción de planta se inician en el mes de abril, para asegurar que la planta se encuentre desarrolle lo suficiente y se encuentre en condiciones apropiadas para su establecimiento en campo en el mes de junio. En el mes de junio se inicia un segundo ciclo de producción, para sacar la planta a campo en el mes de septiembre.

Fuentes de germoplasma.

La fuente de semilla de las primeras plantaciones fue de Rodal Semillero de Melina del CATIE y Huerto Semillero de Eucalipto del IPEF de Brasil. Actualmente se inició con la colecta de semilla en las plantaciones de la empresa, teniéndose identificadas ciertas procedencias en campo, de tal forma que se colecta semilla para mejorar las características genéticas de las nuevas plantaciones. La selección que han iniciado no es a nivel de árbol sino por grupo de árboles y se anticipa que los resultados son favorables y se espera que los turnos se reduzcan el al menos dos años. En general se ha observado una mejor adaptación de estos árboles al medio, que las establecidas con semilla importada.

Tipos y tamaños de envases o contenedores.

Para eucalipto se utilizan contenedores de poliestireno negro con fibra de vidrio de 56 cc con costillas para guiar la raíz, y para la melina se utilizan contenedores de poliestireno negro de TB 310, V 260 y V 110 cc. Sin embargo la empresa hace sus adecuaciones según lo juzgue conveniente. Las adaptaciones pueden ser en el tamaño comercial del tubete o bien modificar la capacidad de algún tamaño comercial. Por ejemplo, modificar un tubete de 300 cc a menor capacidad puede ser una decisión de la empresa por razones técnicas o bien por la necesidad de adaptar material que se haya adquirido inicialmente para otros fines.

Sustratos para almácigos y contenedores.

Los sustratos utilizados son Peat moss, agrolita y vermiculita (3:1:1). Se ha probado el uso de aserrín como sustrato para la producción de planta pero los resultados no han sido satisfactorios. Este aspecto requiere de investigación aplicada ya que de encontrar un sustrato útil, los costos de producción de planta se pueden abatir.

Prácticas culturales en invernadero (riego, fertilización, prevención y tratamiento de plagas y enfermedades, tiempo de permanencia, podas; otros).

El riego es a través de carros semiautomatizados, donde se aplica los fertilizantes (iniciadores 11 41 08), insecticidas (intermedio 08 20 30) y finalizados (20 08 20) y fungicidas (Ridomil, Benlate, Previcur, Derosal, Manzate, Nuvacron), enraizadores (Raizin, Raizal, Prorrot). En la etapa de producción planta generalmente no se presentan problemas de plagas o enfermedades. Lo anterior se explica por la prevención que se hace en las prácticas de vivero. El sustrato se fertiliza y se aplican fungicidas. Un problema común de plaga en vivero es la hormiga pero hasta ahora el control ha sido muy efectivo y se evita que es problema crezca.

Cuidados en áreas de intemperización (riego, fertilización, prevención y tratamiento de plagas y enfermedades, tiempo de permanencia; otros). 20 días.

Estándares de calidad de planta (tamaño, aspecto, índices cualitativos y cuantitativos de calidad).

Los estándares de calidad de plata son en general un diámetro de 3 a 5 mm y una altura de 25, cm asegurándose que el cepellón haya desarrollado una raíz fibrosa que en forma regular ocupe la capacidad del tubete pero evitando que la raíz salga del tubete en la parte inferior.

Para el establecimiento y mantenimiento de la plantación

Tipo de preparación del terreno.

Los terrenos de plantación generalmente eran dedicados a la agricultura o ganadería, por lo que la preparación del terreno es mecanizada a través de rastreo, subsoleo y bordeo, previo al establecimiento de la plantación. La textura arenosa de los suelos permite que con estas prácticas el suelo quede preparado para la plantación y que recupere su condición física favorable ya que el uso común de los terrenos plantados es pecuario o agrícola. En general la topografía de los terrenos aledaños a la empresa es plana, pero la diferencia en elevación de unos pocos metros tiene profundas implicaciones en el régimen hidrológico del perfil del suelo. Los suelos de las partes bajas se inundan con mayor frecuencia conduciendo a condiciones de falta de aireación. Esta observación hace que se tome la decisión de dejar los terrenos más elevados para melina. Adicionalmente se puede pensar en la plantación sobre bordos de tal forma que en estepas de exceso de agua los efectos negativos por fala de aireación se minimicen. La plantación sobre el bordo se hace para establecer la planta sobre el suelo con mejores condiciones físicas y además sobre el bordo se hacen las aplicaciones de herbicida para mantener libre de competencia las plantas en sus primeras fases.

Maquinaria utilizada.

Se utilizan tractores agrícolas con rastra-arado y chapeadoras cuando es necesario. Se subsolea a 50 cm generalmente.

Figura 5. Diversas actividades del establecimiento de la plantación.
(Tomado de presentaciones de la Sexta Reunión Nacional de Plantaciones Forestales, Julio, 2004.)

Equipo para el transporte de la planta.

La planta se transporta a cepellón desnudo, y se utiliza una carreta con redilas y acondicionada para ponerle los niveles necesarios para mover la mayor cantidad de planta, una vez estibada la planta, esta es protegida con maya sombra doble para evitar que el viento la dañe o deshidrate al transportarla. La máxima distancia para el transporte de planta es 50 kilómetros.

Figura 6. Remolque utilizado para el transporte de la planta

Método y época de plantación.

Para la siembra se utiliza una macana (madera redonda de 1.6 m de largo y con punta en forma del cepellón de la planta), con la macana se hace el hueco u hoyo para depositar el cepellón de la planta. La época de plantación es del 15 de junio al 30 de julio, posteriormente se deja pasar la canícula y se continúa el 15 de julio, hasta el mes de septiembre.

Densidad de plantación.

La densidad de la plantación es de 1099 plantas por hectárea. Con distancia entre hileras de 3.5 m y entre planta en la hilera de 2.6 m. Esta densidad obedece principalmente por los criterios que establece la CONAFOR en relación a sus apoyos. Sin embargo, en varios casos se han propuesto otras densidades para aprovechar óptimamente el uso del suelo y ajustar los espacios acorde a las dimensiones del equipo que va a operar en las fases de manejo y cosecha de la plantación. En experiencia de algunos técnicos la densidad inicial de 1100 planta/ha podría ser menor sin menoscabo del éxito en el establecimiento. Cuando el producto final es para madera de aserrío una densidad de 500 plantas por ha es adecuada en las fases avanzadas de manejo.

Equipo para plantación.

Se utiliza una macana para abrir el hueco donde se depositara el cepellón de la planta, la planta se mueve dentro del área a plantar en taras o cajas de plástico que carga el plantador.

Combate de malezas.

La maleza, generalmente se constituye por gramíneas, y arbustos y retoños arbóreos mezclados con gramíneas en una superficie menor. El combate generalmente se hace con chapeo manual en el bordo y chapeo mecánico en las calles. Ocasionalmente se utiliza Faena (Glifosato).

Condiciones para replantar.
El replante se realiza después de un mes de haber plantado para recuperar la densidad de plantación inicial.

Época e intensidad de podas; equipo y herramienta utilizados.
Se poda generalmente en tiempos de secas y se utilizan tijeras podadoras, y cuando es necesario serrotes curvos.

Época e intensidad de de aclareos; equipo y herramienta utilizados.
Se realizan preferentemente en la época de secas, aunque en tiempo de lluvias también se llega a realizar. En el primer aclareo se deja la mitad de los árboles de la plantación original. Se utiliza un raleo selectivo y dejando una distribución espacial adecuada de los árboles remanentes.

Tratamientos de fertilización y riegos.
La fertilización se realiza en los primeros dos años de establecida la plantación. Se aplica triple 17 enriquecido con micronutrientes. No se aplican riegos a la plantación, puesto que se considera como un cultivo de temporal y la precipitación en la zona es suficiente para el desarrollo de las especies.

Programa de protección contra incendios; equipo y herramienta utilizados.

Anualmente se realiza un calendario de guardias para la prevención, combate y control de incendios en los predios de las PFC. Existe personal en la empresa capacitado y con la experiencia para el combate de incendios fuera y dentro de las plantaciones. Como estrategia propia de la empresa se utiliza un aspersor con tanque de 800 L de capacidad el cual es remolcado al lugar del incendio auxiliándose con una manguera de 30 m de longitud, este equipo tiene dos pistolas lanza agua para una distancia de hasta 15 m. Las aspersoras trabajan con la toma de fuerza de tractores agrícolas. Asimismo, se cuenta con 30 mochilas lanza agua de 20 litros, abatefuego, rastrillos, palas, etc. Por conjunto de predios se tienen pipas sobre ruedas y fijas con agua; además, se tiene un encargado que entre otras actividades en época de estiaje su actividad principal es monitorear periódicamente los predios y al detectar alguna columna de humo la reporta inmediatamente a la oficina de campo que está a 30 minutos de la plantación más alejada, en la oficina se encuentra permanentemente la guardia contra incendios, quien inmediatamente (en avanzada) se dirige al incendio reportado para valorarlo y movilizar tractores con aspersora y personal con mochila. No se consideran brechas cortafuego como tal en la plantaciones, pero las buenas condiciones de los caminos permiten que con un mantenimiento adecuado los mismos caminos funcionen como brechas cortafuego. Los caminos son transitables todo el año y su densidad es suficiente para facilitar las actividades contra incendios. El entrenamiento del personal para el combatir incendios se obtiene mediante la capacitación que ofrece CONAFOR. Con las estrategias aprendidas en estos cursos y la experiencia propia de los técnicos se hace un plan específico de combate de incendios. En las plantaciones se tiene vigilancia permanente para dar aviso de un incendio. En época de presencia de incendios "Proteger las plantaciones de daños por incendios forestales es primero".

Plagas y enfermedades; prevención y combate; equipo herramienta utilizados; capacitación
Las plagas y enfermedades probables en las plantaciones son las siguientes: termita subterránea (Coptotermes crasus), hormigas cortadoras Atta cephalotes (hormiga grande) y Acromirmex spp. (hormiga pequeña), en cualquiera de sus estadios en Eucalyptus spp. Para detectar larvas y daños por hormiga se perfora el tronco principal, se localizan montículos de tierra sobre la superficie del suelo,. En el caso termita subterránea se

inspeccionan caminos o corredores cubiertos con lodo color brillante a lo largo del tallo del árbol.

En las plantaciones de Swietenia macrophylla, y Cedrela odorata se pueden presentar Hypsipylla grandella, Schitocerca peicifrons, Diabrotica spp, Geomys spp. Los daños en melina pueden ser provocados por la langosta (Schitocerca peicifrons), Diabrotica spp., rata (Geomys spp). La tuza causa daños en las tres especies de árboles.

Para el control de la langosta Schitocerca peicifrons, y Diabrotica spp en plantaciones de melina, se ha utilizado un producto químico conocido en el mercado como Dragón- Foley 3% que contienen un ingrediente activo denominado Paratión metílico, y composición química 0,0-Dimetil-0,4 nitrofenil fosforotioato, y registro RSCO-INAC-0155-009-001-003. La dosis aplicada es un espolvoreado de 25 kg del producto aplicados con una espolvoreadora mecánica integrada a un tractor agrícola de 75 HP.

El control de la tuza (Geomys spp) en plantaciones de caoba, melina y cedro rojo se realiza mediante trampas mecánicas colocadas en la madriguera de las plantaciones, detectándose en pequeños manchones con daños. El control de la rata de campo (Neotoma spp y Sigmodon spp) es mecánico, con una brigada de 10 personas que barren literalmente la plantación y eliminando las ratas de campo a su paso, esto nos ha permitido bajar la población a niveles que no causen daños significativos a la población.
Para controlar la hormiga arriera en plantaciones de Eucalipto, se utilizan métodos químicos y mecánicos. El control químicos se realiza con productos que contienen el ingrediente activo denominado Sulfluramida, como el Patrón CG cuya composición química es N-etil perfluorooctano sulfonamida; la dosis utilizada es de 10 gramos de Patrón CG por metro cuadrado de hormiguero. El control mecánico consiste en eliminar la hormiga reina al inicio de la colonización del los hormigueros.

Para el control de la termita subterránea en la plantación de eucalipto, se utilizan productos biológicos como la Beauveria bassiana con formulación de 1x1012 esporas por dosis de 120 gramos; la dosis aplicada por árbol ese de 3-4 litros de agua preparada inyectada al tallo del árbol.

Organigrama y calendario operativo tipo de establecimiento y cultivo de la plantación.

Existe un responsable de mantenimiento, quien se encarga de: preparación de terrenos, plantación, fertilización, control de malezas (manual y químico) y podas. El calendario del establecimiento de la plantación es desde junio (después de las primeras lluvias) hasta el mes de septiembre. Periodo en el cual se espera que la planta cuente con las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo. Lo más importante en esta etapa es el desarrollo de la raíz, para que la planta pueda sobrevivir en el periodo de secas.

Para la cosecha de la plantación

Densidad y especificaciones de caminos.

Dentro de las plantaciones se cuenta con una densidad de 45 m de caminos por hectárea. Los caminos tienen cunetas y periódicamente se reviste con grava de la zona para mejorarlos. Tiene las especificaciones para que un tráiler con plataforma de 44 pies de largo pueda transitar.

- Maquinaria, equipo y herramienta utilizados para la corta, descortezado y extracción de las materias primas y productos que se obtienen en la poda, aclareos y cosecha principal.

En la poda se utilizan tijeras podadoras y serrotes curvos cuando son necesarios, las ramas y hojas producto de esta actividad se incorporan al suelo. En los aclareos se utiliza motosierra y cuñas para el derribo direccional, para desramar y para seccionar, con tractores agrícolas con pluma (tipo grúa) se extraen los fustes a un centro de acopio, donde se secciona a la medida comercial y se carga la madera con cargador frontal. En cosecha igual que en los aclareos se utiliza la motosierra y tractores agrícolas, y cargador frontal para cargar. Parte del descortezado es manual y parte mecánico (con un descortezador).

Maquinaria y equipo de transporte.

Se utilizan tracto-camiones con plataforma de 40' de largo y se envía la madera a múltiplos de 2.5 m de largo. La madera es enviada a un centro de almacenamiento y transformación ubicado en el municipio de Emiliano Zapata (a 50 km de las plantaciones).

Especificaciones de áreas de concentración de productos y materias primas.

La madera una vez seccionada en campo, inmediatamente es enviada al centro de almacenamiento y transformación ubicado en E. Zapata, donde es procesada para elaboración de tablas y los subproductos se transforman en astilla.

Organigrama y calendario operativo tipo las actividades de extracción de productos y materias primas.

4.2 CRECIMIENTOS Y TURNOS DETERMINADOS

Para las estimaciones y proyecciones de crecimiento se emplean modelos de crecimiento de la región. Se tienen determinados factores para la distribución de productos. Los turnos planeados para melina y eucalipto obtener productos para aserrío es de 12 años, y en algunos sitios se reducirá a 10 años con la experiencia desarrollada por la empresa. Los rendimientos para Eucalipto son de 250 m3/ha. Para melina se estima una cosecha de 200 m3/ha. En el primer aclareo se obtienen 35 m3/ha para celulósicos y se espera que en el segundo aclareo la extracción sea de 65 m3/ha con productos para celulósicos y aserrío.

Tablas de volúmenes

Datos disponibles

La empresa no cuenta a la fecha con modelos propios de volumen por lo que usan un grupo de modelos publicados en la literatura científica para ello y unas aproximaciones del volumen cilíndrico en el caso de otras especies.

Modelo de Volumen de fuste total

El modelo de volumen para Eucalipto se tomó de Vazquez y Ugalde (1995) y es un modelo de variable combinada generalizada de la forma

$$V_{tE} = 0.00003805 - 0.00009789 \times D^2 + 0.0001325 \times D \times H + 0.00002967 \times D^2 \times H$$

Mientras que para melina se usa el siguiente modelo propuesto por Zeaser (1999) también basado en una generalización de la variable combinada

$$V_{tG} = -0.09224 + 0.011392 \times D - 0.00037431 \times D^2 + 0.000029317 \times D^2 \times H$$

Donde: VtE es el volumen de fuste total en m3 para Eucalipto y VtG para Gmelina, D es el diámetro en cm y H es la altura total en m.
Para el resto de las especies que son Cedro Rojo, Caoba, Teca y Ceiba se usa un coeficiente de 0.48 del cilandro teórico generado a partir de D y H. No se cuenta con modelos de distribución de productos por árbol individual.

Modelos de crecimiento

Datos disponibles

En este caso se cuenta con datos provistos por la empresa de 268 de sus sitios de inventario distribuidos entre las cinco especies y para varias clases de edad. Cada sito con una superficie de 1/20 de ha. El cálculo de volumen total en cada sitio se obtuvo utilizando las ecuaciones anteriores.

Modelos de índice de sitio

Si bien los datos de inventario no se tomaron con una definición de cuantos árboles medir por ha, lo que se decidió fue tomar los árboles cuya proporción de altura estuviera por arriba del 85% del resto de lar árboles y definir estos como los árboles dominantes del sitio. Con esto se garantizó un promedio de 5 árboles dominantes por sitio (4.96) lo que se ajusta a una definición de que la altura dominante corresponde al promedio de los 100 árboles dominante por ha.

En caso de Teca, solo se cuentan con cuatro sitios de inventario por lo que estos se dejan fuera del sistema y solo se genera el sistema de rendimiento para Eucalipto, Gmelina, Cedro, Caoba y Ceiba. Para ajustar estos datos se utilizo el modelo de Schumacher con co-variables indicadoras por especie a fin de maximizar el grupo de datos disponibles. De esta forma es posible ajustar una sola estructura matemática a todas las especies, pero con parámetros específicos por especie. Así la estructura general del modelo usado es:

$$A = \beta_0 \times \exp\left(-\frac{\beta_1}{E}\right)$$

Parámetro	Eucalipto	Melina	Ceiba	Cedro y Caoba
β_0	35.37932	23.58852	6.23201	9.99134
β_1	2.380163	2.380163	1.034103	2.380163

Así para eucalipto el modelo de altura dominante es de la forma:

$$A = 35.379 \times \exp\left(-\frac{2.38}{E}\right)$$

Para estimar el índice de sitio (IS) se opta por una ecuación anamórfica ya que al comparar las familias de curvas con los datos, este tipo de familias de IS representaron de manera adecuada el patrón de dispersión observado por especie. Las familias anamórficas de IS tienen la siguiente expresión matemática en el caso del Eucalipto:

$$IS = A_R \times \exp\left(2.38 \times \left(1/E_R - 1/E_B\right)\right)$$

Donde: AR es la altura dominante promedio del sitio/rodal a evaluar para IS en metros; ER es la edad en años del sitio/rodal a evaluar, EB es la edad base en años, en este caso 10 años.

Modelo de Área Basal y Volumen por ha

Para el área basal por ha (AB) fue necesario ajustar un modelo de manera similar al de altura dominante, es decir usando variable sindicadoras para separar los efectos por especie. En este caso la estructura matemática que mejor funciono fue de la forma general:

$$AB = \left(\delta_{00} + \delta_{0E} I_E\right) \times A^{\left(\delta_{10} + \delta_{1E} I_E + \delta_{1G} I_G\right)} \times \exp\left(-\frac{\left(\delta_{20} + \delta_{2G} I_G + \delta_{2C} I_C\right)}{E}\right)$$

Donde: IE es la variable indicadora igual a uno, cuando la especie es eucalipto, cero de otra forma, IG es la variable indicadora igual a uno, cuando la especie es gmelina, cero de otra forma, IC es la variable indicadora igual a uno, cuando la especie es cedro y caoba, cero de otra forma. son los parámetros globales que representan el crecimiento promedio de ceiba, Los demás parámetros se adicionan a estos dependiendo de la especie para obtener el crecimiento promedio en AB especifico de la especie. Los parámetros estimados para este modelo son:

δ_{00}	=0.593529
δ_{0E}	=3.521316
δ_{10}	=1.398137
δ_{1E}	=-0.75976
δ_{1G}	=-0.18657
δ_{20}	=2.821582
δ_{2G}	=-2.46068
δ_{2C}	=-2.2414

Hay que mencionar que todos los parámetros son estadísticamente diferentes de cero por lo que las diferencias entre especies para este modelo se deben considerar relevantes.

Para el volumen total por ha (V) se usa un modelo simple de predicción que ofrece los mejores ajustes sin necesitar adicionar el efecto de especie y es de la forma:

$$V = \gamma_0 \times AB^{\gamma_1} \times A^{\gamma_3}$$

Productividad promedio, Rendimiento y Turno técnico por especie.

A continuación se presentan las tablas de producción en m3/ha estimadas por especie tomando el IS medio de cada una:

	Especie			
Edad	**Eucalipto**	**Gmelina**	**Ceiba**	**Cedro y Caoba**
(Años)				
1	0.5	0.6	0.6	0.0
2	16.2	11.5	2.9	0.6
3	50.3	30.3	4.8	2.6
4	88.6	49.2	6.2	5.2
5	124.4	65.7	7.2	7.9
6	156.1	79.7	8.0	10.5
7	183.4	91.6	8.6	12.8
8	207.1	101.6	9.1	14.9
9	227.6	110.1	9.5	16.8
10	245.4	117.4	9.8	18.4
11	261.0	123.8	10.1	19.9
12	274.8	129.3	10.3	21.2
13	287.1	134.3	10.5	22.4
14	298.0	138.6	10.7	23.4
15	307.8	142.5	10.9	24.4
16	316.6	146.0	11.0	25.3

Los turnos técnicos tomando como cuenta el incremento corriente anual en volumen total (ICA) y el incremento medio anual en volumen total (IMA) se muestran de manera grafica en las siguientes figuras:

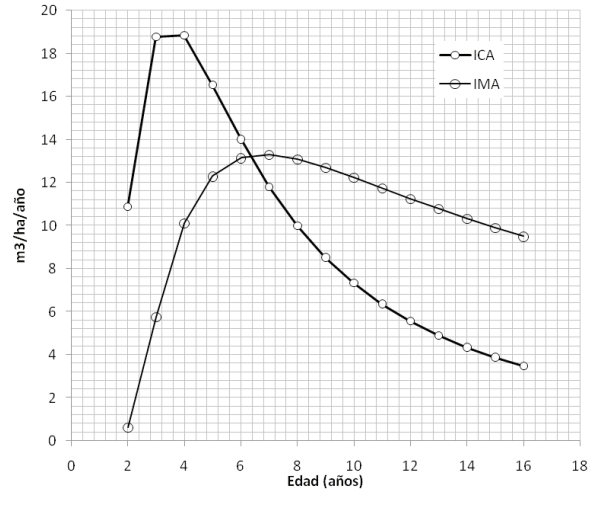


Figura 7. Melina, Turno técnico 6.5 años

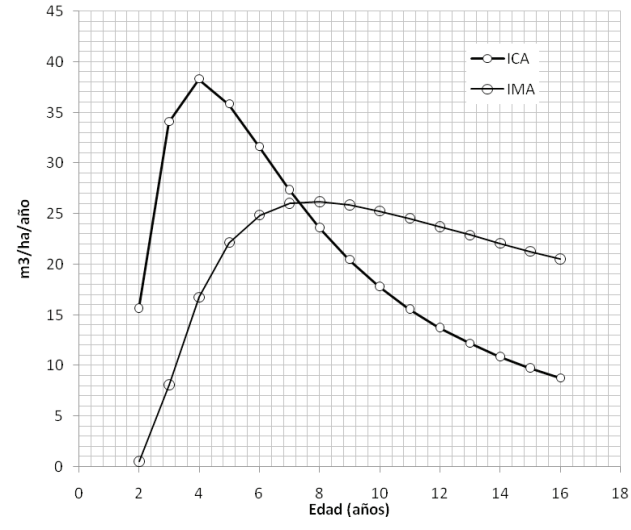
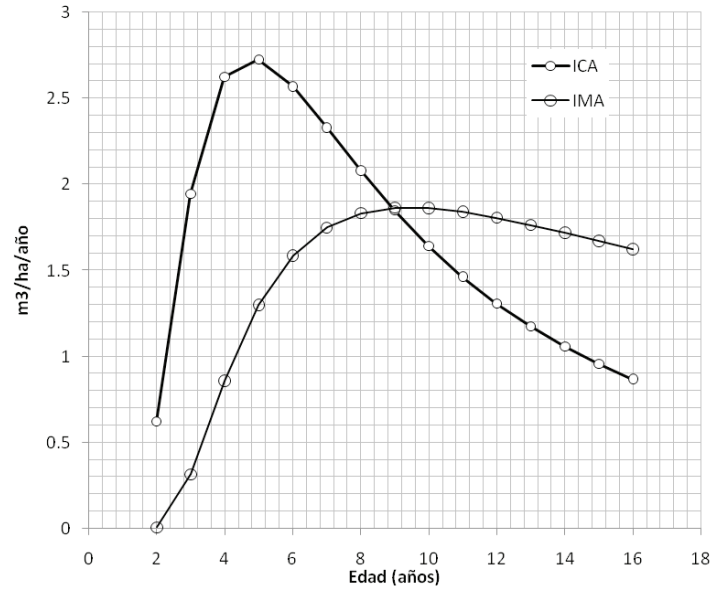


Figura 8. Eucalipto, Turno técnico 7.5 años

Figura 9. Cedro Rojo y Caoba, Turno técnico 9 años



4.3 CERTIFICACIÓN Y/O AUDITORÍA. ESTÁ EN PROCESO LA CERTIFICACIÓN.

5) Inversiones y costos de operación.

5.1 INVERSIONES

Compra de tierras. La política de la empresa es comprar tierras para continuar con el establecimiento de plantaciones y su crecimiento.

Construcción y equipamiento de instalaciones (oficinas, vivero (s) y campamento (s)). Se cuenta con oficinas en las instalaciones del vivero de la empresa, donde se tienen todos los servicios para la operación de la empresa (luz eléctrica, teléfono, internet, etc.). El vivero para la producción de la planta es propio. Asimismo, se cuenta con 7 campamentos distribuidos en las PFC, donde se encuentra un vigilante de manera permanente que monitorea las plantaciones.

Maquinaria y equipos. Se cuenta con tractores agrícolas, chapeadoras, rastras, aspersoras para tractores de 800 litros (para mantenimiento mecánico a las plantaciones), cargadores frontales (para carga de madera)

Equipo topográfico y de medición forestal. Se cuenta con estación total, pistolas haga, cintas diamétricas, forcípulas, cuerdas compensadas.

Vehículos. Camionetas pick up, camionetas de 3 toneladas, autobús para transporte de personal y tracto-camiones para transporte de madera.

5.2 PERSONAL DE BASE Y EVENTUAL

Esta información es hasta cierto punto confidencial y la empresa se reserva el derecho de proveerla.

5.3 PRODUCCIÓN DE PLANTA

La inversión por semilla es variable en el mercado pero cuanto más control hay sobre el historial genético y mayor su potencial de rendimiento su costo se eleva. Por ejemplo, un kg de semilla de eucalipto genéticamente mejorado puede costar hasta 1000 USD. El costo integrado de producción de planta es de aproximadamente $ 1.20

5.4 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

De igual forma que otro tipo de información de inversión, la empresa se reserva el derecho de confidencialidad. Sin embargo, con datos globales se estima que el establecimiento de la planta en campo representa una inversión aproximada de 4000 pesos por ha.

5.5 CULTIVO Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN

La inversión en este rubro es variable pero se estima que el mantenimiento de una ha en una rotación puede representar $2000, incluyendo fertilización, dehierbe, control de plagas y otros gastos para mantenimiento.

5.6 COSECHA DE LA PLANTACIÓN

Los datos son también reservados para la empresa pero se puede hacer una estimación general con base en una superficie de una ha, considerando que los gastos preparación del terreno y establecimiento de la planta en campo son $4000 y $7500, respectivamente. Ambos gastos ocurren una vez durante un turno. Los costos de fertilización y aplicación de pesticidas de una ha se estiman en $1850 y pueden ocurrir hasta tres veces, los que da $5550. El mantenimiento de la plantación que cuesta $2100 ocurre principalmente del año 1 al 11, es decir uno previo a la cosecha cuyo turno es de 12 años. Lo anterior resulta en una suma de $21,000. Otros gastos por administración y permisos puede representar $500/ha. Con lo anterior se estima un costo de $38,500/ha en la producción.

6) Inventarios y distribución de productos

6.1 EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS

Con los datos disponibles se calcula que las existencias promedio por ha para PROPLANSE, ignorando edad y especie son de 53 m3/ha con una precisión del 19% y una confiabilidad estadística del 95%. Para Eucalipto y Melina el volumen es de 92 m3/ha con una precisión del 20% y una confiabilidad estadística del 95%. Como se desconoce las proporciones reales de las superficies plantadas tanto por especie como por edad no se pudieron construir los valores estimados bajo muestreo estratificado, que sin duda son más precisos que los aquí reportados bajo muestreo simple al azar. Las existencias promedio por especie en m3/ha sin considerar edad y medidas de variabilidad serian:

Eucalipto	186.5
Gmelina	59.8
Cedro Rojo	28.2
Caoba	9.2
Ceiba	8.8

7) Mercados y precios de venta

En el caso de PROPLANSE, más que la venta de madera en rollo, se busca integrar la cadena productiva completa desde el establecimiento de la plantación hasta la venta de productos transformados como son tarimas, muebles y madera aserrada de acuerdo a la solicitud de mayoristas. Hasta el momento la producción es para el mercado nacional.

Los precios son variables dependiendo de las especies y calidad. En caso de productos celulósicos oscilan entre $350 y $500/m3. La madera para aserrío inicia precios desde los $800/m3, pero el precio por pieza para fines específicos de construcción puede ser mayor a $1500/m3 dependiendo de las dimensiones y calidad de la madera.

8) Investigación y monitoreo

8.1 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

El Programa de Investigación en PROPLANSE se planteó como una serie de actividades que generen información de apoyo durante el tiempo del proyecto. Sin embargo, es importante señalar que la empresa inició con la experiencia y resultados obtenidos por técnicos e investigadores que han trabajado con las mismas especies forestales en el trópico mexicano.

Para el programa de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar en la primera fase el potencial de las especies nativas y las especies introducidas.
- En la segunda fase, realizar ensayos de especies nativas con potencial maderable para identificar aquellas sobresalientes y diversificar la producción maderable futura.
- Identificar las fuentes de semilla adecuadas para cada una de las especies involucradas en el proyecto mediante ensayos de procedencias, para aumentar rendimiento maderable y mejorar las propiedades de la madera.
- Desarrollar un programa de mejoramiento genético.
- Evaluar cultivos de cobertura con el objeto de disminuir erosión y mejorar la calidad del suelo mediante el aporte de materia orgánica y determinar requerimientos nutricionales
- Evaluar periódicamente el desarrollo de las especies para la elaboración de estudios de crecimiento.

8.2 PROGRAMA DE MONITOREO DE INDICADORES

Fundamentalmente, el programa de monitoreo de la empresa planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar la condición del suelo, agua, vegetación y fauna silvestre en el área del proyecto a nivel microcuenca.
- Medir periódicamente los cambios resultantes de las plantaciones y del programa de conservación.
- No se contempló, ni se cuenta con un programa de indicadores de manejo forestal sustentable.

9) Literatura y materiales divulgativos producidos por el proyecto

Existe la siguiente dirección de CONAFOR donde se hace divulgación al respecto:
http://www.mexicoforestal.gob.mx/nota.php?id=342

10) Bibliografía

Base actualizada de datos del Programa PRODEPLAN. 2009.
Comunicación Personal, durante la vista a la empresa. 2009.
Plantaciones Forestales del Sureste. Expedientes e informes a la CONAFOR.

ANEXO II.5.

Estudio de Caso: Asociación de Agroproductores Forestales de Zacualpan, Ver.

1) Antecedentes

1.1 GENERACIÓN DE LA IDEA

La Asociación de Agroproductores Forestales de Zacualpan S.P.R. de R.L. fue creada como consecuencia de diferentes situaciones socioeconómicas y políticas ocurridas en la región. Esta región fue explotada por compañías privadas, desforestando muchas áreas de uso netamente forestal. Otras actividades más rentables para el productor de poco capital, como la agricultura y ganadería extensiva se establecieron prolíficamente en la región de Zacualpan. De esta forma hubo la necesidad de establecer algunas plantaciones y reforestaciones de protección y de reconversión de acahuales y potreros abandonados.

El aumento constante de los insumos agropecuarios, la baja rentabilidad de estas actividades, así como el aumento constante del precio de venta de la madera, hicieron que los pobladores consideraran establecer plantaciones de manera comercial. Las plantaciones establecidas con fines de protección tuvieron un nivel de supervivencia aceptable, lo que incentivó a los lugareños de demandar apoyos constantes y mayores para una reforestación mayor en la zona. En los programas de plantaciones forestales anteriores la planta se producía lejos; el transporte tenía un costo excesivo y el árbol se maltrataba demasiado, elevando el porcentaje de mortalidad en campo, esta situación derivo en la inquietud de producir la planta por los mismo productores más próximo a los terrenos de ellos.

Se dio un gran avance cuando el gobierno municipal participó apoyando con la infraestructura básica de

producción de planta (vivero para 100 mil arbolitos) y mejorar el trabajo forestal a través de fortalecer las gestiones que generaban confianza al sector forestal, en el Programa de Empleo Temporal (PET), alianza por el campo, PROCOREF, entre otros. Otras situación fue que, normalmente las decisiones forestales históricamente por ser cabecera de Distrito solo fueron tomadas en el Municipio hermano de Huayacocotla, pero sin la participación de otros municipios que tienen marcadas diferencias en el sector forestal o que de alguna manera ni siquiera sobresalían en la región con trabajos forestales (caso Zacualpan).

La situación que detono el origen de la asociación fue el marco político electoral que se presentó en el año 2004, mismo que derivó en la inquietud de los productores de mantener el mismo ritmo o ventaja de trabajo, pero las opciones políticas no garantizaban el seguimiento al sector forestal, por lo que en reunión de varios productores se sembró la idea de constituir legalmente una asociación.

1.2 PROYECTO ORIGINAL

El proyecto nace con la iniciativa de reforestar con la finalidad de proteger los recursos forestales, recuperar las áreas perdidas por el cambio de uso de suelo forestal a ganadero y agrícola y para la recarga de mantos acuíferos.

Al inicio solo se pensó en una actividad que generara beneficios ecológicos y posteriormente al pasar los años y analizar la situación forestal e incrementar las áreas reforestadas se planteo una utilización de los recursos forestales con una visión de sustentabilidad y hacerlas comerciales, y hacerlas de manera rentable.

1.3 ETAPA EXPERIMENTAL

Esta etapa inicia cuando se decide reforestar las primeras hectáreas durante el año 2000 con pequeño grupo de productores, que posteriormente incremento hasta el año 2004 cuando se decide conformar una organización de productores con 69 socios.

La etapa experimental está conformada hasta la fecha por más de 2,000 ha, ya plantadas a lo largo de 8 años y por una área de producción de planta (viveros).

1.4 FECHA DE INICIO

La Asociación de Agroproductores Forestales de Zacualpan, Ver., se constituyó legalmente como una sociedad de producción rural de responsabilidades limitada el 24 de septiembre del 2004, con 69 miembros registrados. Actualmente agrupa a 248 socios, de estos son 220 hombres (88 %) y 28 mujeres (12%) además de personal de apoyo (técnicos y prestadores de servicios técnicos). Está integrada por 2 ejidos y pequeños propietarios ubicados en 12 comunidades aledañas.

2) Ubicación

2.1 ESTADO (S) Y MUNICIPIOS

La Asociación de Agroproductores Forestales de Zacualpan S.P.R. de R.L. se ubica en la cabecera del municipio de Zacualpan en el estado de Veracruz con dirección Colonia Centro entre Mariano Abasolo y 5 de Mayo s/n. C.P. 92650.

El municipio de Zacualpan se ubica en la zona norte del estado de Veracruz, considerado como La Huasteca, 20° 24´ Lat. N. y 98° 21´ Long. O. La cabecera municipal se ubica a una altitud de 1,670 m s.n.m. Sin embargo,

las elevaciones ocurren desde los 500 hasta los 2, 650 m, con un relieve es muy diverso y accidentado, desde cordilleras hasta pequeñas planicies y cañadas provocadas por los ríos que atraviesan el municipio.

2.2 CROQUIS, MAPAS Y PLANOS

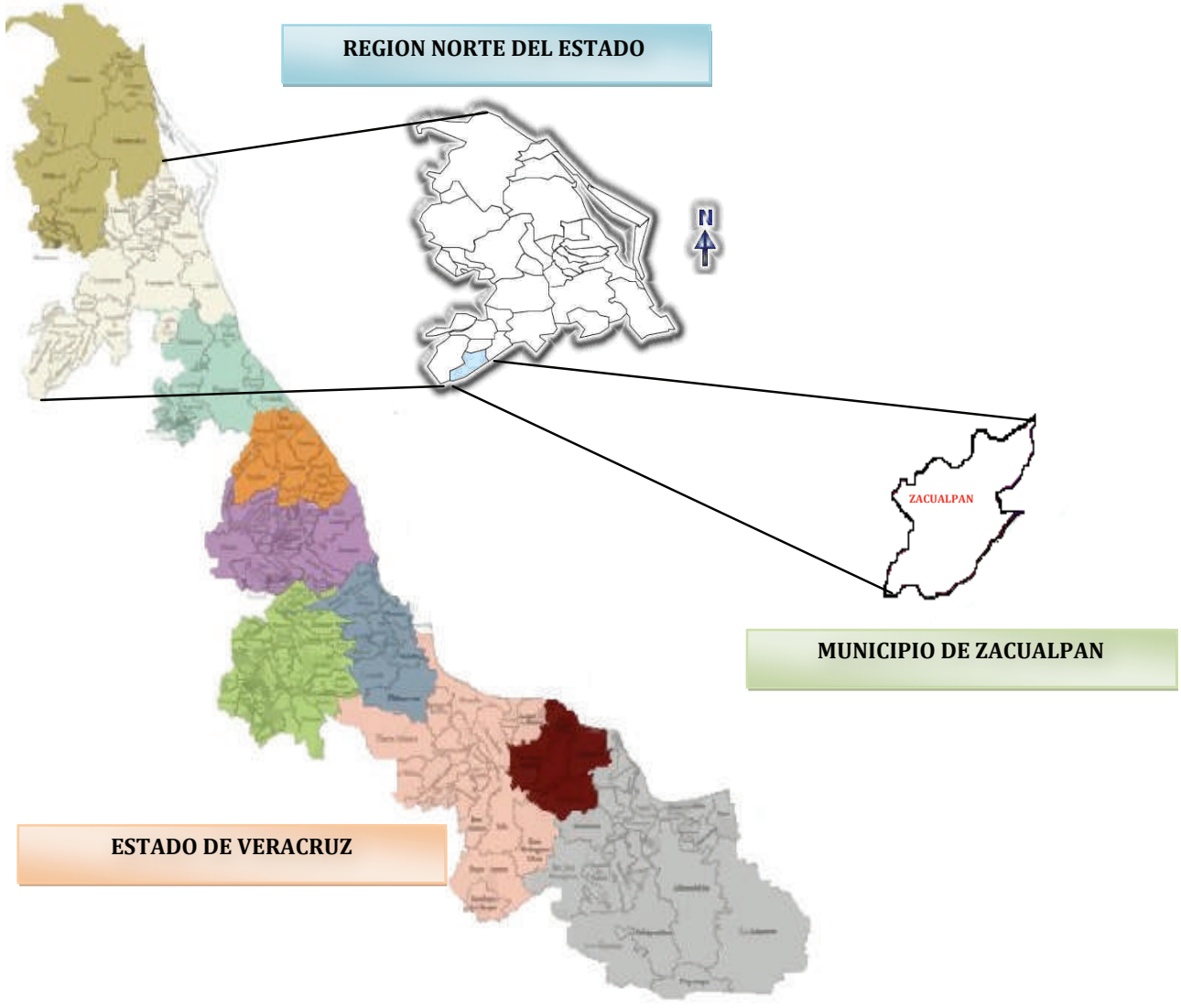


Fig. 1 Localización del municipio de Zacualpan, Ver., donde opera la Asociación de Agroproductores Forestales de Zacualpan, Ver.

3) Principales características del proyecto

3.1 TIPO DE EMPRESA Y NÚMERO DE EMPLEADOS

ASOCIACION DE AGROPRODUCTORES FORESTALES DE ZACUALPAN S.P.R. DE R.L.
SOCIOS.- 69 socios
EMPLEADOS.- 5 empleados

3.2 PROPIEDAD DE LA TIERRA Y SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO

El tipo de tenencia es pequeña propiedad y la superficie reforestada en el municipio es de 2,000 has con una visión de contar con un programa de manejo forestal de 8,000 hectáreas.

3.3 ESPECIES PLANTADAS

Ocote colorado (Pinus patula), Cedro blanco (Cupressus lusitánica y C. benthamii), Cedro rojo (Cedrela odorata), Ayacahuite (Pinus ayacahuite).

3.4 SUPERFICIE POR ESPECIE

El 90% de la superficie plantada corresponde a Pinus patula y el 10% restante para las otras especies.

3.5 SUPERFICIE DE CONSERVACIÓN

No se tiene determinada con precisión la delimitación de estas áreas ya que en la región existen muchas zonas de bosque natural.

3.6 INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL

- Oficinas y campamentos
  Se cuenta con una oficina, propiedad de la Asociación.
- Viveros

Se cuenta con 4 viveros semi-tecnificados que permiten tener una producción de 800,000 plantas anuales trabajando a su máxima capacidad.
Actualmente solo se trabaja al 50% cada vivero, obteniendo una producción de 400, 000 plantas que es la cantidad que se demanda en el municipio. En el año 2008 se consiguió producir 720,000 plantas que se utilizaron para las reforestaciones del municipio y para apoyar a otros municipios.

- Caminos y brechas
  Se tiene diversa infraestructura de caminos variado todos ellos de terracería bien mantenidas, ya que en la región se ubican muchas comunidades. Sin embargo el acceso al municipio no es el óptimo por lo accidentado del camino. Esta situación limita un tanto la comercialización de productos fuera del municipio.

3.7 PRODUCTOS PLANEADOS

Los productos que se esperan obtener de las plantaciones son: materia prima como madera en rollo de, cortas dimensiones, tabla, polines, costera y como productos terminados muebles como puertas, comedores, closet escritorios, sillas, mesas, etc.

3.8 INVERSIÓN ACTUAL Y FUTURA

No tiene un estimado de la inversión actual, ya que la asociación ha recibido varios subsidios de los diversos programas que tiene la CONAFOR. No se ha estimado la inversión futura ya que se considera que esta institución seguirá dando apoyo como los otorgados.

4) Silvicultura y manejo de las plantaciones

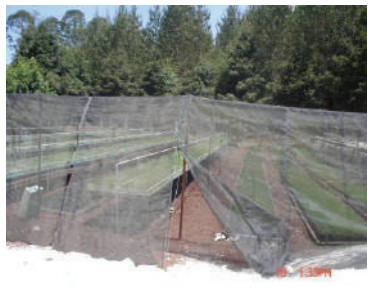
4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PAQUETES TECNOLÓGICOS

- Para la producción de planta en vivero (de las especies principales)
- Superficie total de viveros

La producción de planta de realiza en el vivero Zacualpan que cuenta con 4 módulos ubicados en puntos estratégicos dentro del municipio con la finalidad de satisfacer la demanda de planta y de facilitar su transporte y manejo.

- Características físicas y técnicas de los invernaderos

No se manejan invernaderos. Los viveros están ubicados a elevaciones de alrededor de los 1,600 por lo que no tiene limitantes en la temperatura para producir la planta. Utilizan el sustrato típico de Turba, agrolita y vermiculita adicionado con tierra forestal en pequeña proporción, usada como fuente de micorrizas.



Características físicas y técnicas de las áreas de intemperización

Las áreas de producción están protegidas con malla ciclónica, cerca de alambre de púas y/o malla borreguera. Los viveros son de tipo semi-tecnificado, son áreas que cuentan con un sistema de riego de gravedad por aspersión de material PVC distribuido a lo largo de las camas. Cada cama de producción está acondicionada con boquillas aspersores. Las camas están construidas con material metálico, se utiliza cimbrano plano zintro para la base donde se colocan las charolas, y para la el soporte se utiliza perfil zintro. En las camas se produce planta en charola. Las bandas de producción están construidas solo con soportes laterales de madera y en éstas se coloca la planta que se produce en bolsa.

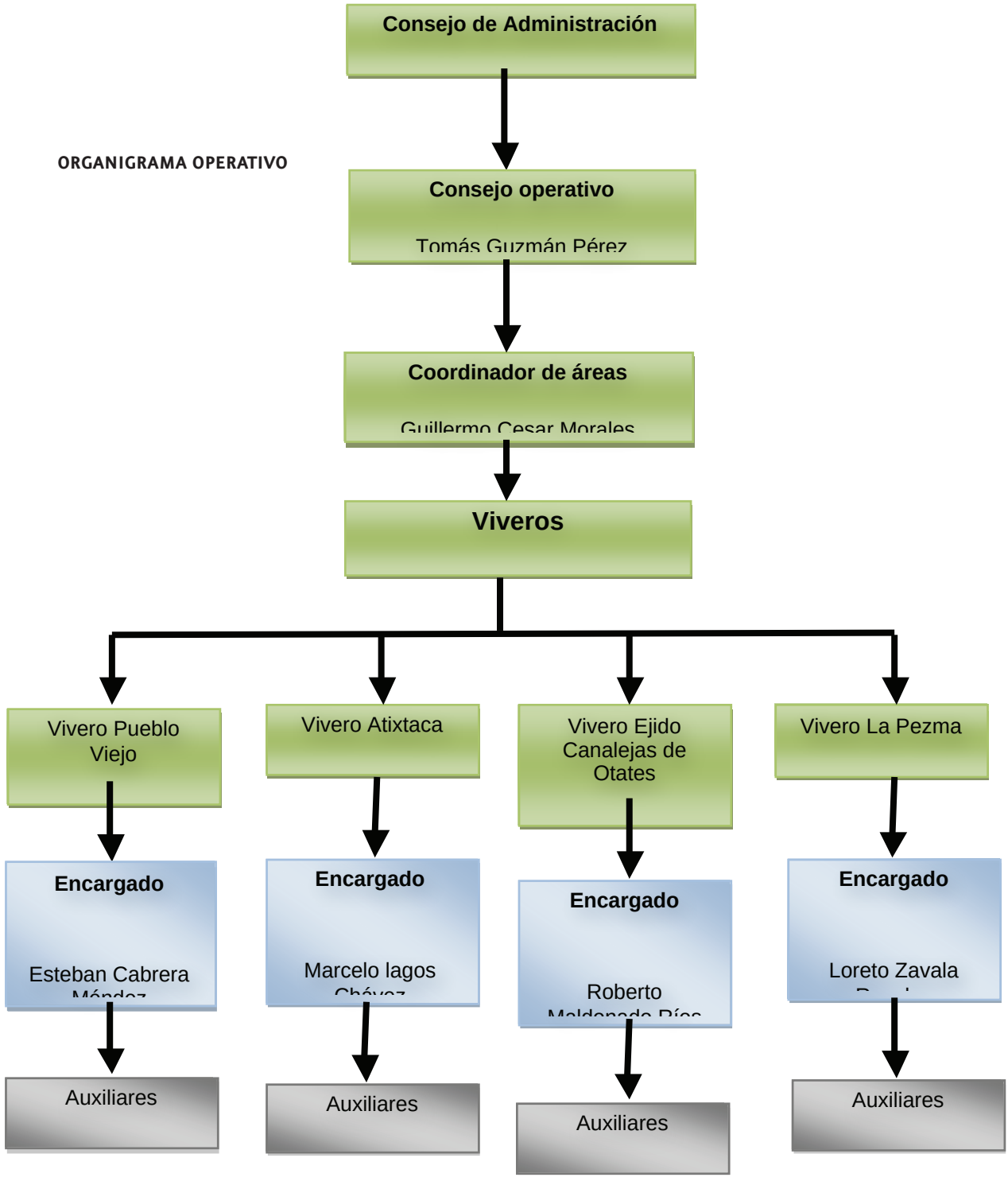
Características de la infraestructura adicional (almacén, áreas de llenado de contenedores, de siembra y trasplante, alimentación, sanitarias; otras)

Cada vivero cuenta con áreas adicionales necesarias para las actividades de producción tales como:

Almacén: Para guardan los insumos tales como turba, agrolita, vermiculita, charolas, y tierra de monte. Esta área también se utiliza como punto de reunión y convivencia.

Bodega: Para guardar productos químicos y fertilizantes, principalmente, pero también algunas herramientas o materiales de trabajo.

ORGANIGRAMA OPERATIVO



Patio de secado: Esto es para el caso del vivero Canalejas de Otates donde por la actividad de recolecta de semilla se requiere de este espacio para el secado de la misma. Para los otros viveros se utiliza como área de llenado de bolsas y charolas.

Fuentes de germoplasma

La semilla que se utiliza en los viveros para la producción de planta es recolectada en las comunidades del municipio, principalmente del Ejido Canalejas de Otates.
Las actividades que se realizan se describen a continuación:

- Recolección de semilla: En los mese de Noviembre a Febrero se realizan las actividades de recolección de semilla, esto consiste en elegir los mejores árboles padre para obtener de estos la semilla que será utilizada en la próxima siembra y/o que puede ser vendida a productores externos.

Obtención de semilla: Las actividades de recolección de semilla se realizan por varios meses, si las condiciones del clima no permiten su secado inmediato, los conos se guardan en un lugar seco y se expone al sol cuando es posible, para extraer su semilla. Esta se usa localmente y se llega a vender para productores de otras regiones.

- Calendario operativo tipo del vivero

Tabla 1. Actividades realizadas por mes en los viveros.

Actividad	Enero	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.
Lavado de charolas	X	X							
Cribado de tierra	X				X				
Llenado de bolsa	X	X	X		X	X			
Llenado de charola	X	X	X						
Siembra en semilleros	X	X			X				
Siembra en charolas	X	X	X						
Resiembra			X						
Transplante		X	X	X			X		
Riego		X	X	X	X	X	X	X	
Fertilización		X	X	X	X	X	X	X	
Deshierbe					X	X	X	X	
Acomodo de charolas		X	X	X	X	X			
Medición					X	X	X	X	
Poda						X	X	X	
Entrega de planta							X	X	X

- Tipos y tamaños de envases o contenedores

La producción de planta se realiza en charolas de unicel de 77 y 112 cavidades, bolsa negra de tamaño 20 X 23

- Sustratos para almácigos y contenedores

Cada vivero cuenta con un área de germinación o semilleros a base de concreto cubiertos por plástico blanco o negro dependiendo de las condiciones ambientales y las exigencias de la semilla. Los almácigos son estructuras de concreto de aproximadamente 2.5 m2 de área.
El sustrato que se utiliza es solo tierra de monte

- Prácticas culturales en vivero (riego, fertilización, prevención y tratamiento de plagas y enfermedades, tiempo de permanencia, podas; otros).
-

En las áreas de producción se realizan actividades a continuación descritas:

- Limpia de tierra (cribado): La tierra que se utilizada pasa por un proceso de cribado para obtener partículas más finas y obtener una tierra que permita un desarrollo apropiado de la planta.

Limpia de charolas: Se realizan las actividades de limpia y desinfección de charolas que consiste en quitar todos los residuos de sustrato que queda, cada charola se lava y desinfecta en un recipiente con solución de cloro con una relación un litro de cloro por 40 litros de agua. Posteriormente se almacenan o se acomodan en un lugar limpio para ser utilizadas.

Preparación del sustrato: Se realiza la preparación del sustrato utilizando tierra de monte, turba, agrolita y abono orgánico de bovinos con una relación de 1-1-1-1 bultos.

Llenado de charolas: Las charolas son llenadas con el sustrato y almacenadas para la siembra, las charolas nuevas no pasan por el proceso de limpia, son llenadas directamente.

Llenado de bolsa: Esta actividad se está realizando constantemente, consiste en llenar la bolsa con el sustrato preparado y dejarlas listas para el transplante.

Siembra directa en charolas: Esta se realiza de forma manual, depositando dos semillas por cavidad, se utilizan charolas de unicel de 77 y 112 cavidades

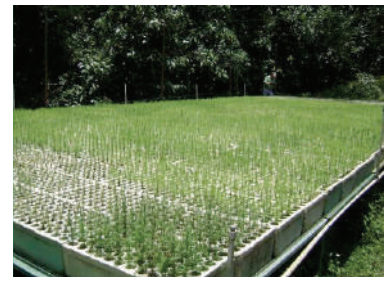
Resiembra en charolas: Esto consiste en revisar las charolas de siembra directa si alguna semilla no germinó se siembra nuevamente.

Resiembra en charolas: Esto consiste en revisar las charolas de siembra directa si alguna semilla no germinó se siembra nuevamente.

Transplante a bolsa y charolas: Se realiza en forma manual, sacando la plántula se los semilleros a raíz desnuda, se deposita en un recipiente con agua para evitar deshidratación. Las charolas deben regarse antes para que el sustrato este completamente mojado y la plántula se estrese lo menos posible. Terminado el transplante se da un riego de fondo.

Distribución y acomodo de la planta: Las charolas son distribuidas y acomodadas en las camas dependiendo del tipo de charola (77 o 112 cavidades) y así tener un mejor control de la producción.

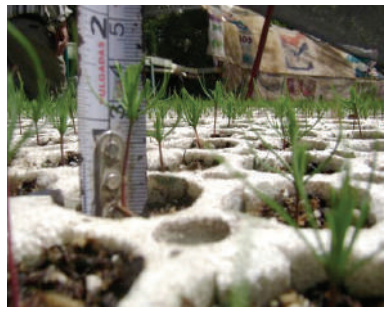
Fertilización: Se realizan aplicaciones foliares de producto Bayfolan y en el agua riego de una formula comercial que se modifica según se manifieste o sea la respuesta de la planta.

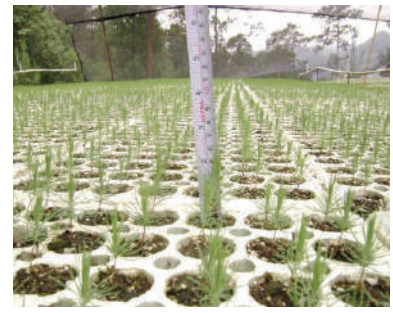


Riego. Estos se realizan diario 1 o 2 veces por día con una duración aproximada de 20-30 minutos por sección. El riego es por aspersión con un sistema de riego y cuando es necesario se le ayuda con la manguera.

Deshierbe de planta: Se limpian las charolas que tengan hierbas para evitar retraso en el crecimiento de la planta.

Medición: Esta se realiza para obtener medidas de altura, grosor del tallo y diámetro de la copa a fin de conocer el crecimiento de la planta, se realizan cada semana.





Entrega de planta: Esta actividad la realiza el encargado del vivero y lo hace mediante un vale que se le entrega a los beneficiarios, este vale es con copia para archivo y para el encargado del vivero.

En los años de producción no se han presentado problemas de plagas o enfermedades, solo de malezas y se realiza un control manual.

Estándares de calidad de planta (tamaño, aspecto, índices cualitativos y cuantitativos de calidad)
Los estándares de calidad de la planta son los que establece la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). De estos estándares depende que la planta sea otorgada o no al silvicultor. Se deben realizar mediciones en campo cada semana y realizar un reporte para enviarlo a la CONAFOR.
Los estándares de calidad considerados más importantes son:

Tamaño (20-25 cm) Color (verde fuerte)
Sanidad (sana) Vigor (vigorosa)

Para el establecimiento y mantenimiento de la plantación

Tipo de preparación del terreno.

Para la preparación del terreno, en forma general se hacen las siguientes actividades:

Primera, cercado (corte o adquisición, traslado, apertura de una brecha donde se colocaran los postes, apertura de hoyos, colocación de postes, compra y traslado de alambre de púas y colocación de alambre en el posteado).

Segunda, chapeo, consiste principalmente en cortar la vegetación herbácea con un machete, para dejar el terreno limpio para el trasplante. No se hace por separado el trazo de líneas, apertura de cepas y trasplante, ya que por situaciones practicas, estas actividades se hacen en forma consecutiva simultáneamente.

En cuanto a la apertura de cepas en sus inicios se hacían de un tamaño promedio de 15 cm, dado que la planta era entregada en bolsa. Posteriormente la planta fue entregada en charola, por lo que por situaciones prácticas se hace el hoyo con un puntal y se trasplanta al mismo tiempo.

Maquinaria utilizada.

Para la preparación del terreno en actividades relacionadas con la eliminación de la hierba, no se hace uso de ningún tipo de maquinaria, ya que las condiciones topográficas no lo permiten. Para el chapeo se utiliza prácticamente el machete, para la apertura de hoyos para el trasplante se hace uso de talacho, cavadora manual (gafas) o un puntal.

Equipo para el transporte de la planta.

Se hace uso de un vehículo (camioneta pick up, tres y media ton o camión de volteo) para el traslado de la planta del vivero al lugar donde se llevara la plantación. Cuando por alguna razón no hay un camino para que el vehículo pueda llegar hasta el terreno donde finalmente se establecerá la plantación, la planta se traslada con animales de carga, o también por los propios peones, acomodada en cajas de madera o de plástico que se utilizan para el empaquetado de las frutas u hortalizas. Las condiciones topografías son unas limitantes para el uso de equipo para traslado de planta.

Método de plantación.

Por lo general se hace en el sistema de marco real y muy poco a tresbolillo, la forma de plantación se hace simultáneamente con la apertura de hoyos.

Época de plantación.

En la región la época de plantación está condicionada a la producción de los viveros así como a la entrega de la planta por parte de los mismos. Esta se da desde junio hasta octubre; en ésta última fecha es donde las plantaciones que han tenido más problemas de supervivencia.

Densidad de plantación.

Se han tendido tres tipos de densidades de plantación en los inicios fueron a cada metro y medio (densidad de 4,440 plantas/ha) después a cada dos metros (densidad de 2,500 ptas. /ha.) y en los últimos años (2005 a 2008) mayoría esta plantando a cada tres metros (densidad de 1,110 plantas/ha).

El método de plantación.

La plantación se lleva a cabo con dos personas las cuales hacen el alineamiento, hacen la apertura de la cepa ya sea con cavahoyos o con puntal.

Equipo para plantación.

EL equipo que se utiliza es un puntal, palas, coas o cavahoyos. No se utiliza otro tipo de tecnificación.

Combate de malezas.

Se hace de dos formas, la mayoría elimina las malezas con ayuda de un machete, y muy pocos lo llevan a cabo utilizando agroquímicos, dado que se les recomienda no utilizarlos mucho con la finalidad de disminuir la contaminación de suelos y agua.

Condiciones para replantar.

Cuando la sobrevivencia de la reforestación es baja o un porcentaje menor del 90 % se procede a realizar el replante, los silvicultores consiguen la planta que utilizarán ya sea con la asociación o en algún otro vivero

Época e intensidad de podas; equipo y herramienta utilizados

La época para llevar a cabo las podas, ha variado, se ha estado haciendo desde los meses comprendidos de noviembre hasta el mes de febrero. Se hace uso de herramientas tales como machete, tijeras para podar y serrotes.

Época e intensidad de aclareos; equipo y herramienta utilizados

Aun no se han iniciado las actividades de aclareos con los silvicultores de la asociación. Aunque en las aéreas naturales donde se aplican aclareos se hace uso de machete, hacha, serrotes y motosierras, el uso del tipo de herramienta dependeré del diámetro del árbol a eliminar.

Tratamientos de fertilización y riegos.

En las áreas reforestadas no se aplican fertilizaciones ni riegos.

Programa de protección contra incendios; equipo y herramienta utilizados.

Se inicia la programación desde enero a julio de cada año donde se tiene una brigada (siete elementos) contra incendios forestales; además radios para comunicación una moto de campo, una torre de vigilancia, y diversas herramientas tales como: machetes, rastrillos, y hachas. En algunas propiedades y ejidos se están trabajando con las brechas corta fuego implementadas por los programas de la CONAFOR. No se hace uso de un equipo especial.

Plagas y enfermedades; prevención y combate; equipo herramienta utilizados; capacitación.

Las plagas detectadas que realmente nos son muchas han sido principalmente de descortezadores, en algunas partes la de los defoliadores, y algunos nematodos en las raíces. La prevención consiste principalmente en comentarles a los silvicultores que se haga la eliminación de los arboles plagados y dado su tamaño se hace con machete o hacha. La capacitación no ha sido en forma, sino a través de comentarios directos con los silvicultores. No se hace uso de algún equipo especial.

Para la cosecha de la plantación

No se ha llegado aún a la edad de cosecha

Densidad y especificaciones de caminos

Dado que aún no se tiene un programa de manejo definido aún no se tienen las densidades y especificaciones de los caminos.

- Maquinaria, equipo y herramienta utilizados para la corta, descortezado y extracción de las materias primas y productos que se obtienen en la poda, aclareos y cosecha principal

En las áreas naturales, para la corta, desrame, y troceado se hace uso principalmente de motosierras, machetes y hachas. El descortezado solo se hace algunas veces en campo y solo para los productos de cortas dimensiones, y se utiliza hacha y machete. Cuando el descortezado se hace en el centro de trasformación es principalmente de la trocería de largas dimensiones y es con pala, y hacha. Para la extracción de productos en la mayoría de los casos es a través de los carriles de arrime, utilizando principalmente los ganchos, En otras ocasiones se hace uso de una grúa pluma. Almacenándose la madera a pie de brecha de saca.

Maquinaria y equipo de transporte

Para el trasporte de los productos maderables obtenidos, se utilizan los camiones tipo torton, que cargan a pie de brecha y de ahí se trasladan a los centros de trasformación locales y foráneos

Especificaciones de áreas de concentración de productos y materias primas

Se tiene solo una, ubicada en el centro de trasformación que existe un en la comunidad de Atixtaca, no hay especificaciones definidas, más que la que sea un lugar plano, donde no se inunde y permita el movimiento de los carros para la descarga. Existen otras en aserraderos foráneos.

4.2 CRECIMIENTOS Y TURNOS DETERMINADOS

No se tiene aún determinados en las plantaciones las tablas de volúmenes, ni hay modelos de crecimiento desarrollados, ni Modelos de distribución de productos. Igualmente no se tiene turnos planeados y/o determinados. La productividad promedio por especie varía dependiendo de la altitud de la plantación. Lugares elevados tiene incrementos cercanos a 1 m por año y de 2 m en bajas elevaciones para Pinus patula. Para los bosques naturales se tiene tablas de volumen desarrollados en Huayacocotla, la cual tiene diferente productividad (menor) a la de Zacualpan.

5 Inversiones y costos de operación

5.1 INVERSIONES

- Compra de tierras
- Los miembros de la asociación plantan mayormente en sus tierras, aunque algunos llegan a adquirir algunas. Las tierras tiene varios precios, dependiendo del uso que se les está dando en ese momento, la topografía y la distancia donde se encuentran. Las tierras agrícolas y con fuerte topografía y lejanas son las más baratas, después le sigue en orden de precios las ganaderas y por último las de uso forestal con arbolado. En promedio el costo de tierra agrícola por ha es de $15,000, las ganaderas en $50,000 y las de uso forestal con madera hasta $150,000 pesos.

Construcción y equipamiento de instalaciones (oficinas, vivero (s) y campamento (s)

La Asociación cuenta con área de construcción en la que se ubica la oficina que es el centro de operaciones técnico-administrativa. El valor de esta propiedad es de $300,000 pesos.

Se tiene el área de producción que abarca cuatro viveros con un costo en terrenos de $140,000 pesos, una inversión en infraestructura de $65,000 pesos, además se tienen gastos de transporte por $28,000, y mano de obra $30,000 pesos que dan un total de $263,000 pesos.

Maquinaria y equipos

La oficina está equipada con equipo de radio-comunicación con un valor de $24,000 pesos, equipo de computo (maquinas de escritorio, laptops, impresora, escáner y fotocopiadora) con un valor de $60,000 pesos.

Se tiene un equipo de comunicación satelital con un valor de $33,000 pesos y mobiliario con un valor de $20,000 pesos.

Equipo topográfico y de medición forestal

Solo se cuenta con un equipo de GPS con valor de $15,000, cámara de video $50,000 y cámara digital $2,500 pesos.

Vehículos

Se cuenta con una camioneta Ranger modelo 2006 con un valor de $175,000 pesos.

5.2 PERSONAL DE BASE Y EVENTUAL

Sueldos

El área técnica cuenta con tres Ingenieros Agrónomos, sin embargo la Asociación cubre el sueldo de solo uno de ellos. El área administrativa cuenta con una secretaria. También se cuenta con un chofer y una persona encargada de realizar diversos trabajos. Los sueldos en total dan un monto de $ 20,000 pesos mensuales.

Salarios

Los salarios que se pagan son a las personas que laboran en los viveros con un promedio de 3 jornales diarios, se labora solo durante la época de producción. El valor total de de $ 38,000 pesos anuales.

Prestaciones

Para el área técnico-administrativa se otorga al fin de año el aguinaldo con un valor total de $20,000 pesos.
A todas las personas que laboran para la Asociación en campo y en el área técnico-administrativa como no cuentan con un seguro medico, se les brinda un apoyo a la salud de un 50% del costo total, en promedio el valor de estos apoyos es de $ 50,000 pesos anuales.

5.3 PRODUCCIÓN DE PLANTA

Germoplasma

Se utiliza una cantidad promedio de 8 kg de semilla para producir 400,000 plantas, el costo por kg es de $ 1,200 pesos dando un valor total de $ 9,600 pesos.

Envases y contenedores

Se cuenta con 1000 charolas de unicel, 5000 son de 112 cavidades y 5000 de 77, el costo por unidad es de $ 47 pesos con un valor total de $ 47,000 pesos. Esta inversión se ha realizado durante 4 años debido a la demanda de planta que ha incrementado.

Sustratos

Los sustratos que se utilizan para producir planta son: Turba, agrolita, vermiculita y tierra de monte. El costo total de estos para producir 400,000 plantas es de $150,657 pesos.

Herramientas

Cada vivero cuenta con un equipo de herramientas básicas como machetes, palas, azadones, carretillas, bombas para aplicar, etc. con un valor aproximado de $3,000 pesos.

Agroquímicos y fertilizantes

Los productos químicos más utilizados en los viveros son:
Curamicin, Captan, Aliette, Daconil, Furadan, Herbamina y Adherente, con un valor total de $ 9,240 pesos.
Los fertilizantes más utilizados son:

- Nitrato de calcio
- Nitrato de potasio
- Sulfato de magnesio
- Sulfato de potasio
- Sulfato de amonio
- Cloruro de potasio
- Acido fosfórico
- Bayfolan
- Scoper

El valor total es de $ 5,049 pesos anuales o por ciclo de producción.

Costo integrado de producción de planta

Concepto	**Unidad**	**Costo unitario**	**Cantidad**	**Costo Total**
Semilla	Kg	1200	8	**9,600**
Charolas	Pieza	47	3900	**183,300**
Bolsa	kg	28	1000	**28,000**
Sustrato				
• Turba	Bulto	365	173	63,145
• Agrolita	Bulto	78	173	13,494
• Vermiculita	Bulto	246	173	42,558
• Tierra	Bulto	20	173	3,460
Subtotal				**150,657**
Fertilizantes				
• Nitrato de calcio	Bulto	2	300	600
• Nitrato de potasio	Bulto	1	480	480
• Sulfato de magnesio	Bulto	1	300	300
• Sulfato de potasio	Bulto	1	480	480
• Sulfato de amonio	Bulto	1	232	232
• Cloruro de potasio	Bulto	1	382	382
• Gayfos	Litro	10	80	800
• Bayfolan	Litro	15	65	975
• Scoper	Litro	10	80	800
Subtotal	kg	80	80	800
				5,049
Agroquímicos				
• Curamicin	Kg	6	200	1,200
• Captan	Kg	6	180	1,080
• Aliette	Kg	6	400	2,400
• Daconil	Kg	6	350	2,100
• Furadan	Kg	6	230	1,380
• Herbamina	kg	6	140	840
• Adherente	Lt	4	60	240
Subtotal				**9,240**
Mano de obra				
• Lavado de charolas	Jornal	26	100	2,600
• Llenado de charolas		65	100	6,500
• Siembra		104	100	10,400
• Acomodo		52	100	5,200
• Deshierbado		52	100	5,200
• Riego		81	100	8,100
Subtotal				**38,000**
Flete de charolas	Flete	2,800	1	2,800
Flete de sustrato	Flete	3,500	1	3,500
Transporte de fertilizantes y productos químicos	Flete	500	1	500
Mantenimiento de infraestructura	Jornal	5%		**21,500**
TOTAL				**452,146**

Preparación del terreno

Los costos están sujetos a la topografía, a la densidad herbácea, al costo del jornal, a la cantidad de veces que tengan que limpiar el terreno, al tipo de cercado, a la densidad de plantación, al tamaño de cepas. En promedio está en $ 7,000 pesos/ha.

Transporte de planta

Depende de la distancia a la que está el vivero a donde se va a traer la planta, si es pago completo del flete o solo la gasolina dado que consiguen el vehículo, al tipo de envase en donde se produce la planta, al tipo de vehículo en donde se traslada y a la cantidad de planta desplazada. En promedio $ 800 pesos.

Plantación

Costos dependientes de la topografía, a la densidad de plantación, a la apertura de cepas, al tamaño de la planta, al tipo de envase en la producción. En promedio está en 2,000 ha.

Investigación y desarrollo

Investigación y desarrollo. Relacionado con este rubro, se estableció y está en proceso de fortalecimiento un laboratorio para cultivos de tejidos "in vitro", con la finalidad de generar investigación relacionada con la producción de orquídeas y hongos comestibles para su posterior establecimiento las reforestaciones y comercialización.

Esta área nace como parte de una necesidad de generar conocimientos y buscar nuevas técnicas y aplicaciones a la riqueza tan grande que se tiene en recursos naturales, pero también funge como un enlace entre los productores y las instituciones de investigación nacionales e internacionales

Se inició una colaboración con el colegio de Postgraduados para realizar ensayos de progenies, que en el futuro se conviertan en Huertos semilleros, para abastecer de semilla de calidad genética y adaptada a la zona en Pinus patula y P. greggii.

5.5 CULTIVO Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN

Control de malezas

Esta actividad se hace principalmente con machete y muy poco con herbicidas. El costo por ha cuando es deshierbe físico es de alrededor de $ 700 y con herbicida $ 500 pesos.

Fertilización y riegos

Esto no se realiza en las plantaciones.

Podas y aclareos

Los costos dependen de la densidad de la plantación, de la topografía y del tamaño de la planta principalmente en promedio está en $ 600 pesos por ha. En aclareos aun no se tienen cuantificaciones dado que aun no se hacen.

Protección contra incendios, plagas y enfermedades

Para el área de incendios los principales gastos son relacionados con el pago de los brigadistas que da un

monto total por año de $60,000 pesos. La infraestructura de la torre de 25 metros de altura fue donada por el gobernador de Veracruz. El trabajo está enfocado a las plantaciones como a los bosques naturales de la zona.

5.6 COSECHA DE LA PLANTACIÓN

Caminos y brechas

De momento no se están aplicando estos aspectos, dado que aun no se ha iniciado lo de la cosecha ni aclareos de las reforestaciones. Se contemplarán en el plan de manejo.

5.7 OTROS

Cosecha y transporte

5.8 OTROS

6) Inventarios y distribución de productos

6.1 EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS
6.2 TIPOS Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

7) Mercados y precios de venta

7.1 MERCADO (S) ACTUAL (ES)
7.2 MERCADOS POTENCIALES
7.3 PRECIOS DE VENTA POR TIPO DE PRODUCTO

8) Corridas financieras tipo

9) Industria propia

9.1 INDUSTRIA ESTABLECIDA
9.2 INDUSTRIA POR ESTABLECER

10) Investigación y monitoreo

10.1 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
10.2 PROGRAMA DE MONITOREO DE INDICADORES

11) Literatura y materiales divulgativos producidos por el proyecto

Si han generado o no. Si lo han, cuáles son o de que tipo

ANEXO II.6

ESTUDIO DE CASO: PLANTACIONES CHICAS EN EL ESTADO DE OAXACA

1) Antecedentes

1.1 NATURALEZA DE LOS PROYECTOS

En este caso no se trata de proyectos ambiciosos detrás de los cuales se encuentran grandes empresas, sino de plantaciones realizadas de manera individual, dispersa y con bajos niveles de tecnología por campesinos de bajos recursos. En el presente Anexo se analizan dos casos: plantaciones en cuatro predios de la comunidad de San José Chacalapa, municipio de San Pedro Pochutla, y plantaciones en diversos municipios en los Distritos de Tuxtepec y Choapan en la Región del Golfo, todas en el estado de Oaxaca.

1.2 FECHA DE INICIO

En el caso de las plantaciones establecidas en el municipio de San Pedro Pochutla, las plantaciones se establecieron en varios años desde 1996 hasta 2002. En la región de Tuxtepec, las plantaciones datan del periodo de 1998 a 2003

2) Ubicación

2.1 ESTADO (S) Y MUNICIPIOS

Ambos grupos de plantaciones se localizan en el estado de Oaxaca, unas de ellas en la comunidad de San José Chacalapa, municipio de San Pedro Pochutla, en el sur del estado (zona costera), y las otras en los municipios de San Juan Bautista Tuxtepec, San José Chiltepec, San Jucas Ojitlán, San Miguel Soyaltepec y Santiago Jocotepec, en una zona ubicada entre la Sierra Madre del Oriental y la Llanura Costera del Golfo Sur.

3) Principales características del proyecto

3.1 TIPO DE EMPRESA Y NÚMERO DE EMPLEADOS

En ambos casos, se trata de proyectos individuales, no de empresas constituidas. El productor es el encargado de la mano obra

3.2 PROPIEDAD DE LA TIERRA Y SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO

En la región de Tuxtepec se consideraron 24 plantaciones pertenecientes a 19 productores con superficies por plantación desde 0.5 hasta 9.3 ha, y un total de 43.54 ha

3.3 ESPECIES PLANTADAS

Las especies más comunes en este tipo de proyectos son el cedro rojo y la caoba.

3.4 SUPERFICIE DE CONSERVACIÓN

Por la naturaleza de este tipo de plantaciones, que podríamos calificar como "empresas familiares", no se cuenta con áreas destinadas a la conservación.

3.5 INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL

En este tipo de proyectos no existe infraestructura, como oficinas y viveros, por ejemplo. La planta es adquirida en los viveros cercanos, en su mayoría de la CONAFOR. Los caminos y brechas no son parte de los proyectos de las plantaciones, sino que se trata de los ya existentes y construidos por los municipios y las mismas comunidades.

3.6 PRODUCTOS PLANEADOS

No existe una planeación en cuanto a productos a ser obtenidos. Las plantaciones fueron establecidas sin pensar en un proceso de manufactura de productos, sino con el objetivo de producir y vender madera en rollo.

3.7 INVERSIÓN ACTUAL Y FUTURA

La única inversión que se está haciendo son los árboles. Los costos en que se incurre tienen que ver con:

- Adquisición de planta
- Preparación del terreno
- Fertilización
- Control de malezas
- Control de plagas
- Cercado del terreno
- Vigilancia, herramientas, etc.

No existe inversión en infraestructura.

4) Silvicultura y manejo de las plantaciones

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PAQUETES TECNOLÓGICOS

- Para la producción de planta en vivero (de las especies principales)

No se cuenta con viveros propios. En su mayoría, la planta proviene de viveros de la CONAFOR, así que todas las características físicas y técnicas de los viveros son las especificadas por la Comisión.

- Para el establecimiento y mantenimiento de la plantación
- Tipo de preparación del terreno

La preparación del terreno es manual. Una práctica comúnmente utilizada es la roza-tumba-quema

- Herramientas utilizadas

No se emplea maquinaria para la preparación del terreno. Se utilizan herramientas como hachas y machetes para la roza-tumba-quema y palas y picos para la apertura de las cepas.

Equipo para el transporte de la planta

No se cuenta con equipo especializado para el transporte de la planta. Como se trata de volúmenes pequeños de planta, usualmente un viaje en una camioneta tipo pick-up, ya sea propia, prestada o rentada, es suficiente para transportar la planta desde el vivero hasta el sitio de la plantación.

Método y época de plantación

El método más comúnmente utilizado para plantar es el de cepa común. La época está en función del momento en que la planta es liberada en los viveros, así que depende completamente de la planeación en los viveros de la CONAFOR. Usualmente, coincide con la época de lluvias y puede abarcar un período desde junio hasta octubre.

Densidad de plantación

Para la zona de Tuxtepec, se reporta que los árboles están distribuidos en marco real a un espaciamiento de 3 x 3 m, así que la densidad es de 1111 árboles por hectárea.

Equipo para plantación

Las herramientas más frecuentemente empleadas para la plantación son el pico y la pala.

Combate de malezas

El combate de malezas es una combinación de control manual (con machete) y control químico. El control manual se realiza de dos a tres veces al año y requiere de aproximadamente 8 jornales por hectárea por año. Para el control químico se utiliza bomba aspersora y se aplica un promedio de 3 l de productos químicos empleando aproximadamente 5 jornales por ha por año.

Época e intensidad de podas; equipo y herramienta utilizados

En el caso de cedro rojo y caoba, las podas sanitarias son extensamente practicadas. Se trata de podas de conformación en las que se podan los brotes de los árboles que han sido afectados por el barrenador de las meliáceas. El propósito es disminuir lo más posible lo daños causados por el barrenador en la forma del fuste. No existe una época definida, pues al tratarse de superficies pequeñas, que son constantemente recorridas y vigiladas por el productor, la poda es realizada en el momento en que se observa el daño. La herramienta más utilizada para este fin es el machete, lo que permite mantener una buena conformación hasta la altura de una troza. De manera aislada, se llegan a utilizar tijeras podadoras con extensores.

Época e intensidad de de aclareos

Hasta el momento, no se tienen contemplados los aclareos en estos dos grupos de plantaciones.

Tratamientos de fertilización y riegos

En general, se fertiliza sólo durante los dos primeros años, empleándose para ello únicamente un jornal cada año y un promedio de 132 kg de fertilizante en cada aplicación.

En este tipo de plantaciones no se aplican riegos.

- Programa de protección contra incendios; equipo y herramienta utilizados
- Plagas y enfermedades; prevención y combate; equipo herramienta utilizados; capacitación

El control de plagas y enfermedades representa entre el 75% y el 80% de los costos de mantenimiento de las plantaciones. Esto es debido al control intensivo del barrenador de las meliáceas. En promedio, se realizan de 25

a 30 aplicaciones de plaguicidas al año, por lo que se requieren de más de 80 jornales por ha por año sólo para el control de plagas.

Para la cosecha de la plantación

En estas plantaciones todavía no se ha llevado a cabo la cosecha. Sin embargo, se puede prever que en este tipo de plantaciones, los productores venderán los árboles en pie, pues hay una gran cantidad de aserraderos locales que son los que se encargan de la cosecha. De esta manera no hay ni maquinaria, ni especificaciones técnicas ni calendarios operativos establecidos por los plantadores para cosechar sus árboles.

4.2. Crecimientos y turnos determinados

Datos disponibles

Se cuenta con dos estudios específicos sobre modelos de volumen total y comercial variable en ambos casos. Los modelos son tomados de las tesis de maestría de Adrian Bravo Medel y Rolando Galán Larrea. Ambos trabajaron con pequeños plantadores en Oaxaca.

Modelo de Volumen de fuste total

Para plantaciones de Cedro Rojo y Caoba en el área de Tuxtepec Oaxaca se tiene el siguiente modelo de Volumen total de Fuste

$$V_t = 0.000114 \times D^{1.9377} \times H^{0.8833}$$

Mientras que para los datos de Cedro Rojo y Palo de Rosa en el área de Pochutla se tiene el siguiente modelo de fuste total

$$V_t = 0.000032 \times D^{1.942372} \times H^{0.911162}$$

Donde: Vt es el volumen con corteza de fuste total en m3, D es el diámetro en cm y H es la altura total en m. Ambos modelos se ajustaron bajo la estructura de Schumacher y Hall (1933). El coeficiente de escala en nos sugiere que los árboles en Tuxtepec son más cilíndricos que aquellos creciendo en la costa del pacífico. Esto en parte a las labores de poda que son muy frecuentes entre los pequeños productores para compensar por el ataque del barrenador del brote.

Modelo de distribución de productos por árbol

Para poder realizar la distribución de productos por árbol se necesita de una ecuación de ahusamiento integrable a lo largo del fuste o de un modelo de volumen comercial. En ambos casos se utilizo un modelo de volumen comercial y ahusamiento compatible que permite obtener de manera simultánea el volumen comercial variable a cualquier punto del fuste y el ahusamiento del mismo. Para las plantaciones de Tuxtepec se utiliza el modelo propuesto por Pienaar y Rheney (1996) de la forma

$$d = D \times \left(\frac{H - M}{H - 1.3} \right)^{3.077731}$$

Donde: M es la altura en metros a la base de la punta no comercial, lo demás ya fue definido

Y para el segundo este modelo es de la forma

$$d = \sqrt{\frac{0.000032}{\beta} \times D^{1.942372} \times H^{0.911162 - \frac{k}{\beta}} \times (H - h)^{\frac{k-\beta}{\beta}}}$$

Donde k = $\pi/40{,}000$ y b = 0.000016

$$V_t = 0.000032 \times D^{1.942372} \times H^{0.911162}$$

Y un modelo de estimación de h de la forma

$$h = H - \left(\frac{d^2}{\frac{0.000032}{\beta} \times D^{1.942372} \times H^{0.911162 - \frac{k}{\beta}}} \right)^{\frac{\beta}{k-\beta}}$$

Así para una punta variable d es posible obtener la distribución de productos por árbol durante el inventario simultáneamente con el volumen total

Modelos de crecimiento

Datos disponibles

En este caso se cuenta con los modelos y tablas de rendimiento generados en los estudios específicos por cada autor. Para Tuxtepec se utilizaron datos de 500 m2 y para Pochutla se tienen datos de sitios de 400 m2. El cálculo de volumen total y por productos en cada sitio se obtuvo utilizando las ecuaciones anteriores.

Modelos de índice de sitio

En Tuxtepec se cuenta con un modelo de Índice de sitio que toma en cuenta el efecto de fertilización de las plantaciones. El modelo de IS para plantaciones fertilizadas es de la forma

$$IS = A \times \exp\left(-7.71 \left(\frac{1}{E_B} + \frac{1}{E_R} \right) \right)$$

Mientras que para plantaciones sin fertilización es de la forma

$$IS = A \times \exp\left(-20.26 \left(\frac{1}{E_B} + \frac{1}{E_R} \right) \right)$$

En Pochutla se utiliza una familia basada en el modelo anamórfico de Chapman-Richards de la forma

$$IS = A \times \left(\frac{1 - \exp(-0.08 \times E_B)}{1 - \exp(-0.08 \times E_R)} \right)^{1.241143}$$

Donde: AR es la altura dominante promedio del sitio/rodal a evaluar para IS en metros; ER es la edad en meses para Tuxtepec y en años para Pochutla del sitio/rodal a evaluar, EB es la edad base en meses/años respectivamente. Ambos modelos son invariantes para la edad base por lo que para hacer comparaciones validas por región es conveniente seleccionar la misma edad base para evaluar un grupo de plantaciones.

Modelo de Área Basal y Volumen por ha

Para modelar el área basal por ha (AB) ambos autores utilizan modelos basados en la generalización de

Schumacher ya que permitieron un ajuste adecuado y son sensibles a la calidad de sitio. De esta forma los modelos promedio de AB en caso son:

Para Tuxtepec $$AB = 0.01146 \times N \times \exp\left(\frac{1}{E}\left(-131.552 + 10.497 \times A\right)\right)$$

Para Pochutla

$$AB = A^{5.233294} \times \exp\left(-\frac{0.988604}{E}\right)$$

Donde N es el número total de fustes vivos por ha, las demás variables ya fueron definidas.

Para el modelo de volumen total por ha se tienen las siguientes ecuaciones

Para Tuxtepec $$V = 1.541861 \times AB^{1.037428} \times A^{0.713919}$$

Para Pochutla

$$V = 1.986471 \times AB^{1.105139} \times \exp(-1.293258 / E)$$

Para los modelos en Tuxtepec es conveniente recordar que la edad esta en meses mientras que para Pochutla la edad esta en años.

Sistema de Mortalidad

En este caso solo en Tuxtepec se implementa un sistema de mortalidad por auto-aclareo basado en estimaciones del diámetro cuadrático y en iteraciones tomando en cuenta la reducción de fustes. Esto se logra a partir de la siguiente ecuación

$$N_r = \frac{40000}{\pi} \frac{0.01146 \times N_0 \times \exp\left(\frac{-131.552 + 10.497 \times A}{E}\right)}{\left(1.25272 \times A^{1.00655} \times \exp\left(\frac{-15.52844}{E}\right)\right)^2}$$

Donde: Nr es el número de árboles remanentes por ha a partir de un número inicial No, si Nr es mayor que No, se asume mortalidad cero. La edad se da en meses y la mortalidad como se aprecia depende del IS.

- Modelos de distribución de productos por ha

Solo en el estudio de Tuxtepec se cuenta con una aproximación a un modelo de modelo de distribución de productos y este es la proporción del volumen de fuste a una punta de 5 cm con corteza, estimado en el 90 %.

Productividad promedio, Rendimiento y Turno técnico.

A continuación se presentan las tablas de producción para las plantaciones de Tuxtepec en m3/ha estimadas por

IS tomando y como base una densidad inicial de plantación de 1200 ha y una supervivencia inicial del 90%. Se definen cuatro clases de índice de sitio (6,8,10 y 12).

Tabla de Rendimiento en Plantaciones Fertilizadas de Cedro y Caoba en Tuxtepec

Edad (años/ meses)	Altura Dominante por *IS* (m edad base 80 meses)				Área Basal por *IS* (m^2ha^{-1})				Volumen por *IS* (m^3ha^{-1})				ICA volumen por *IS* ($m^3ha^{-1}año^{-1}$)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
0.25/3	0.5	0.7	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1/12	3.5	4.6	5.8	7.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.4	0.9	0.1	0.1	0.4	0.9
1.5/18	4.3	5.7	7.2	8.6	0.3	0.5	0.9	1.6	0.8	1.9	4.5	9.9				
2/24	4.8	6.4	8.0	9.6	0.8	1.3	2.2	3.6	2.8	6.2	12.8	25.7	2.0	4.3	8.4	15.7
2.5/30	5.1	6.8	8.5	10.2	1.5	2.3	3.5	5.4	5.8	11.7	22.5	41.5				
3/36	5.3	7.1	8.9	10.7	2.2	3.2	4.7	6.7	9.1	17.4	31.5	54.8	3.3	5.7	9.0	13.3
3.5/42	5.5	7.3	9.2	11.0	2.9	4.0	5.6	7.7	12.5	22.8	39.3	65.4				
4/48	5.6	7.5	9.4	11.3	3.5	4.7	6.3	8.5	15.7	27.7	46.0	73.8	3.2	4.9	6.7	8.4
4.5/54	5.7	7.6	9.5	11.5	4.1	5.4	7.0	9.1	18.7	32.0	51.6	80.4				
5/60	5.8	7.7	9.7	11.6	4.6	5.9	7.5	9.5	21.5	35.8	56.4	85.7	2.7	3.8	4.8	5.3
5.5/66	5.9	7.8	9.8	11.8	5.1	6.3	7.9	9.9	24.0	39.2	60.4	89.9				
6/72	5.9	7.9	9.9	11.9	5.5	6.7	8.3	10.1	26.2	42.1	63.9	93.4	2.3	3.0	3.5	3.5
6.6/80	6.0	8.0	10.0	12.0	6.0	7.2	8.6	10.4	29.0	45.6	67.8	97.2				
7.5/90	6.0	8.0	10.0	12.1	6.4	7.6	9.0	10.6	31.7	48.8	71.0	99.6	1.8	2.1	2.1	1.6

Tabla de Rendimiento en Plantaciones NO Fertilizadas de Cedro y Caoba en Tuxtepec

Edad (años/ meses)	Altura Dominante por *IS* (m edad base 80 meses)				Área Basal por *IS* (m^2ha^{-1})				Volumen por *IS* (m^3ha^{-1})				ICA volumen por *IS* ($m^3ha^{-1}año^{-1}$)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
0.25/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1/12	1.4	1.9	2.4	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5/18	2.5	3.3	4.2	5.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.5				
2/24	3.3	4.4	5.5	6.6	0.2	0.3	0.6	1.1	0.4	0.9	2.2	5.3	0.3	0.8	2.0	4.8
2.5/30	3.9	5.2	6.6	7.9	0.5	0.9	1.7	3.2	1.4	3.5	8.3	18.7				
3/36	4.4	5.9	7.3	8.8	1.0	1.8	3.2	5.7	3.3	7.9	17.9	38.7	1.9	4.4	9.6	20.0
3.5/42	4.8	6.4	8.0	9.5	1.6	2.8	4.7	8.1	6.0	13.6	29.2	60.5				
4/48	5.1	6.8	8.4	10.1	2.3	3.8	6.2	10.1	9.0	19.6	40.6	80.9	3.0	6.1	11.4	20.4
4.5/54	5.3	7.1	8.9	10.6	2.9	4.6	7.4	11.7	12.2	25.7	51.2	98.5				
5/60	5.5	7.4	9.2	11.0	3.5	5.4	8.4	12.9	15.4	31.4	60.7	112.9	3.2	5.7	9.4	14.4
5.5/66	5.7	7.6	9.5	11.4	4.1	6.1	9.2	13.7	18.5	36.7	68.9	124.5				
6/72	5.8	7.8	9.7	11.7	4.6	6.7	9.8	14.4	21.5	41.5	75.9	133.7	3.0	4.8	7.0	9.2
6.6/80	6.0	8.0	10.0	12.0	5.2	7.4	10.5	15.0	25.1	47.2	83.6	143.0				
7.5/90	6.1	8.1	10.1	12.1	5.8	7.9	10.9	14.9	28.4	51.2	87.5	144.1	2.2	2.7	2.6	0.7

El turno técnico en volumen sucede en las plantaciones de Tuxtepec cerca de los 5 años para las plantaciones fertilizadas y a los 7 para las no fertilizadas. Esto implica la máxima producción de volumen, ya que después de este periodo el crecimiento de las plantaciones tiende a volverse asintótico, lo que sugiere que en esta región se deben de hacer las labores silvícolas durante los primeros 5 años a fin de obtener árboles con buenas dimensiones que muy posiblemente deban dejarse duraminizar por otros 10-15 años. Es interesante en este estudio notar que aunque parece que es mejor no fertilizar, dado que el rendimiento es mejor en edades mayores, esto se debe a que una vez que el árbol añade biomasa de manera acelerada, de la misma manera incrementa su demanda de nutrientes, por lo que para sostener la tasa de crecimiento debida a la fertilización inicial se hace necesario fertilizar de manera constante, al menos durante los primeros 5 años o bianual hasta los 10 años.
Para las plantaciones en Pochutla, se tiene que el turno técnico en volumen sucede a los 20 años. Las tablas de rendimiento y los modelos implementado sugieren un crecimiento más lento que en la parte de la planicie del golfo. Es de notar que a partir de una combinación de ambos modelos se determino el rendimiento esperado a nivel nacional para cedro rojo.

5) Inversiones y costos de operación

5.1 INVERSIONES

No se realizan inversiones en este tipo de plantaciones. En general, la tierra ya se posee y no se invierte en infraestructura, maquinaria, equipo, vehículos, etc.

5.2 PERSONAL DE BASE Y EVENTUAL

No existe personal de base. La mano de obra es familiar y eventualmente se puede contratar mano de obra para la realización de algunas de las actividades (principalmente preparación del terreno y control de plagas). Se requieren aproximadamente de unos 130 jornales por hectárea para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.

5.3 PRODUCCIÓN DE PLANTA

En este caso, el costo de producción de la planta no está asociado a contenedores, germoplasma, sustratos, agroquímicos, etc., puesto que la planta no es producida sino adquirida en los viveros. A un precio unitario de $ 5.00 por planta, el costo total de adquisición de planta se ubica en torno a los $ 5,500 por hectárea.

5.4 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

El establecimiento de la plantación, considerando la roza-tumba-quema, el trazado, la apertura de las cepas y la plantación requiere de aproximadamente 60 jornales, que a precios de 2005 representan $4,600.

Obviamente, no se realizan actividades típicas en proyectos de mayor envergadura como análisis de suelos y actividades de investigación.

5.5 CULTIVO Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN

- Control de malezas (costos por hectárea)

Para el control de malezas se utiliza un promedio de 3.2 l de productos químicos y se requieren de 5 jornales para las aplicaciones y de 8 para el control manual. El costo combinado de estas actividades significa una erogación de $2,700 desde el año 1 hasta el año nueve de la plantación.

Fertilización y riegos

El costo del fertilizante y de un jornal que se requiere para su aplicación es de $500 aproximadamente durante los años uno y dos.

Podas y aclareos

No se ha hecho una estimación de los costos de las podas. Estas son realizadas casi exclusivamente por la mano de obra familiar.

No se contemplan los aclareos.

Protección contra incendios, plagas y enfermedades

El control de plagas se realiza durante los tres primeros años de establecimiento y representa un costo de $8,125.00 por hectárea cada año

5.6 Cosecha de la plantación

No se contempla que se incurran en gastos por cosecha, pues se considera que la mayoría de estos productores venderá sus árboles en pie.

6) Inventarios y distribución de productos

6.1 EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS

6.2 TIPOS Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

7) Mercados y precios de venta

7.1 MERCADO (S) ACTUAL (ES)

Se considera que el principal mercado son los aserraderos locales. Es necesario buscar mercados potenciales que permitan un mayor generación de valor para los productores.

7.2 PRECIOS DE VENTA POR TIPO DE PRODUCTO

El producto será la madera en rollo. Se estima un precio promedio nacional de $ 2,500.

8) Industria propia

8.1 No existe industria propia. La principal industria que utilizará la madera de estas plantaciones son los aserraderos locales.

9) Investigación y monitoreo

9.1 No existen programas de investigación y monitoreo propios. Se ha realizado investigación, pero por parte de instituciones académicas. Como parte de estas investigaciones, se han producido algunas tesis, como por ejemplo las que se mencionan a continuación:

Bravo M., A. 2007. Estimación maderable y evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales de cedro y caoba en Oaxaca, México. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, México.

Galán L., R. 2007. Crecimiento y rendimiento de especies arbóreas en una plantación de enriquecimiento de acahuales en el sur de Oaxaca. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, México.

Parte de los resultados de estas tesis fue utilizada en estos estudios de caso.

ANEXO III

ANEXO III.1

PAQUETE TECNOLÓGICO: EUCALIPTO

I. INTRODUCCIÓN

Eucalyptus es un género de árboles (y algunos arbustos) de la familia de las Mirtáceas. Se estiman alrededor de 700 especies, la mayoría originarias de Australia. En la actualidad se encuentran distribuidos por gran parte del mundo, debido a su rápido crecimiento, frecuentemente se emplean en plantaciones forestales para la industria papelera, maderera o para la obtención de productos químicos, además de su valor ornamental (Hartney, 1995).

Esta es una especie que llega a alcanzar los cincuenta metros de altura y cuenta con una extensa presencia en todo el mundo. Se calcula que existen unos cuatro millones de hectáreas plantadas con esta especie en más de noventa países. Su abundancia se debe a la capacidad de adaptación que posee, pues el Eucalipto se desarrolla en muy diferentes ambientes climáticos. Sin embargo, desde su expansión, al Eucalipto se le han atribuido efectos perjudiciales para el medio ambiente, que han disminuido su prestigio como árbol de alto valor productivo y ecológico, a pesar de que en Australia y otras regiones de donde es originario; es apreciado por los servicios que presta a los ecosistemas en los que se desarrolla (absorción de agua, formador de suelos). El calificativo de especie nociva para el medio ambiente, prácticamente obedece a los efectos desfavorables que en diferentes latitu¬des se han dado a partir de ensayos de monocultivos de Eucalipto, ocasiona¬dos por el desconocimiento sobre su correcto manejo silvicultural en el que, los factores edáficos y climáticos; son el principio para obtener buenos resul¬tados ambientales y productivos (FAO, 1979).

La introducción del eucalipto en México, se ha dado por etapas, y en cada una de ellas su propagación ha obedecido a distintos fines. El sector médico promovió en su primera etapa la introducción del eucalipto en nuestro país. Con el tiempo, el uso medcinal del eucalipto fue cayendo en desuso, y su propagación en el país ha obedeció a otros fines (Hinke, 2000). Los eucaliptos fueron introducidos a nuestro país a principios del siglo pasado, pero los ensayos controlados empezaron solamente en el arboreto de Chapingo en 1948. Las plantaciones de eucalipto, especialmente de E. camaldulensis, comenzaron en 1956 en El Rancho Casas Blancas, y en 1967 cubrían 2 000 ha (FAO, 1981).

En 1967 se obtuvo desde Australia semilla de varias procedencias de E. camaldulensis, E. citriodora, E. tereticornis, E. botryoides, E. saligna, E. grandis y E. deanei, junto con semilla de otras 17 especies de eucaliptos. Se establecieron ensayos controlados de procedencia en Chapingo, El Rancho Casas Blancas y en El Tormento, al sur de México. Las procedencias de Queensland septentrional y Australia Occidental de E. camaldulensis y E. tereticornis son las más prometedoras y ponen en evidencia un rápido crecimiento. E. citriodora y E. botryoides son también prometedoras para usos especiales (FAO, 1981).

En 1994 una empresa internacional da inicio a la plantación de 30,000 hectáreas en Veracruz y Tabasco utilizando Eucalyptus spp. para la producción de celulosa. En ese mismo año otra empresa nacional inició un proyecto de 200,000 hectáreas en el Estado de Tabasco con Eucalyptus spp (Semarnat, 2001). Actualmente, en las plantaciones de gran escala en México, se utilizan básicamente tres especies de eucalipto (E. urophylla,

E. grandis y E. saligna). Estas plantaciones se desarrollan a través de la selección y clonación de un número reducido de genotipos a partir de la variabilidad genética presente en poblaciones naturales. Los genotipos son seleccionados de acuerdo a algunas características deseables tales como su alto rendimiento (velocidad de crecimiento y talla del tronco), por su calidad de fibra y densidad de la madera en condiciones ambientales (de suelo y clima) específicas (Couto y Betters, 1995).

Son numerosas las especies del género Eucalyptus que se han estudiado, en todos los países en los que se ha introducido la especie. Sin embargo, hasta hoy día se continua con estudios minuciosos de diferentes especies del género, a fin de mejorar los rendimientos económicos o ampliar los posibles usos y áreas potenciales del establecimiento de plantaciones forestales con eucalipto. Para lo cual es importante de contar con la procedencia del material genético que se está empleando. Para ello, actualmente se pretende conseguir establecer las procedencias originales mejor adaptadas a cada región de cultivo, y ampliar con ello la base genética disponible para lograr una selección interna futura. En ensayos de procedencias dirigidos por la FAO se han demostrado que una acción tan sencilla como cultivar plantas obtenidas de semillas con procedencias identificadas mejora y duplica considerablemente la producción del eucalipto (Montoya, 1995).

El E. urophylla está entre las especies prioritarias identificadas por el Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales, para investigación sobre taxonomía, adquisición de germoplasma, ensayos de procedencia y mejora genética (Gunn y McDonald, 1991). Además, como una de las principales especies de eucalipto para plantaciones comerciales, es un recurso importante, debido a su aprovechamiento industrial en la obtención de celulosa y hemicelulosa para la fabricación de papel en varias partes del mundo en general y en particular en el sureste de México.

Varios alcances biotecnológicos han sido desarrollados para solucionar las dificultades de variabilidad genética en propagación por semilla que presentan las especies de eucalipto. Se han realizado estudios de diversas estrategias de micropropagación que permitan la obtención y multiplicación de clones de eucalipto, con el propósito de disponer de la tecnología para la micropropagación clonal in vitro de genotipos seleccionados, y de obtener plantas de alta calidad destinadas a las plantaciones o a huertos clonales en el sureste de México (Martínez et al., 2005). Las plantas de la especie E. urophylla mediante micropropagación ubicadas en vivero (70 % de sombra), con riego de aspersión y fertilización, a los dos meses de haber sido trasplantadas a suelo, las plantas alcanzaron aproximadamente 20 cm de longitud y posteriormente se llevaron a campo, donde los porcentajes de adaptación logrados fueron de 85 % (Azpíroz et al., 2005).

Para determinar los cambios en el control genético asociados a la edad en las características del crecimiento y sus implicaciones sobre la selección temprana, se evaluaron parámetros genéticos de altura, diámetro, volumen del fuste y densidad de la madera en un ensayo clonal de Eucalyptus urophylla S. T. Blake de tres años de edad, en Veracruz, México. Los resultados muestran que es posible hacer selección temprana para aumentar el crecimiento en volumen sin afectar la densidad de la madera (Sánchez et al., 2005). Sánchez et al. (2005) encontraron también resultados exitosos en la respuesta genética con base en índices de selección, mismos que han representado información valiosa para programas de mejoramiento genético en la región. Estos estudios fueron realizados en instalaciones de Forestaciones Operativas de México, S. A. de C. V. en el 2000.

Para E. tereticornis, Plantaciones Industriales Mexicanas S.A. de C.V. estableció los primeros ensayos de especies

y procedencias en el sur del estado de Sinaloa y norte de Nayarit en 1997, con el propósito de determinar las tasas de crecimiento y características relevantes de la madera para la fabricación de pulpa y papel de varias especies entre ellas E. tereticornis y E. urophylla. Los resultados al primer año mostraron gran potencial para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de la región (Seppanen et al., 1999).

Es evidente que la diferencia en presencia e importancia de E. urophylla y de E. tereticornis en investigaciones y plantaciones forestales en México, se debe a que de manera específica E. tereticornis no se encuentra como especie propósito en la lista de plantaciones forestales comerciales para obtener materia prima, para conservación o para restauración, registradas hasta el 2001 en la Dirección de Plantaciones Forestales Comerciales-Dirección General Forestal de la Secretaria del Medio ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, 2001). El eucalipto rojo (Eucalyptus tereticornis) es un importante árbol del género Eucalyptus. Es una especie plantada en muchas partes del mundo, donde está ampliamente expandida.

II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

2.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

El Eucaliptus es un género de árboles y algunos arbustos de la familia de las Mirtáceas. Se estima entre 600 y 700 especies.

Nombre común:
Eucalipto
Nombre científico:
Eucalyptus spp.
Familia:
Myrtaceae

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El árbol llega a tener una altura de hasta 50 metros. E. urophylla, en su ámbito natural, es un árbol forestal que tiene normalmente de 25 a 45 m de altura y menos de 1 m de diámetro, con un tronco recto que representa de la mitad a las dos terceras partes de la altura del árbol. Los ejemplares excepcionales alcanzan 55 m de altura y hasta 2 m de diámetro, mientras que en la máxima altitud de su distribución (>2.500 m) puede ser un arbusto pequeño y retorcido de sólo unos pocos metros de altura (Jacobs, 1981; Gunn y McDonald, 1991).

Las copas de los árboles muy grandes de eucalipto están divididas en un cierto número de unidades de copa que dan a los árboles su aspecto característico. Cada unidad de copa es comparable a la corona de árboles de una plantación de tamaño de latizal (postes largos) de unos 12–15 cm de diámetro a la altura del pecho. Al analizar tales unidades de copa, se observa que consisten en un tallo principal y cuatro o cinco órdenes de ramas, raramente más. La estructura de las unidades de copa tiene un mecanismo de control muy estricto. Debido a la capacidad de las yemas desnudas de producir nuevos brotes, apenas los pares de hojas se abren sobre la extremidad en crecimiento, podría pensarse que se desarrollarían docenas de órdenes de ramas, lo que no ocurre. Los brotes excesivos se suprimen y caen, y la unidad de copa conserva una estructura bastante abierta con cuatro o cinco órdenes de ramas, aparte del tallo principal de la unidad misma (FAO, 1981).

La corteza que cubre al tronco es lisa y se desprende en el otoño, dejando al descubierto el tronco blanquecino. Específicamente, la corteza sobre las ramas jóvenes de un árbol maduro es lisa, mientras que en la parte inferior del tronco, hasta unos pocos metros del suelo, el ritidoma se vuelve más o menos persistente y profundamente surcado (Jacobs, 1981; Gunn y McDonald, 1991).

La corteza caduca se desprende, cuando cada capa se renueva, en forma de largas tiras, para ciertas especies. Por lo general, es difícil definir el color y la textura superficial de estas cortezas, puesto que, a menudo, se caracterizan por placas yuxtapuestas de diferentes edades. Mientras que las placas más nuevas son por lo general brillantes y de grano fino, con colores relativamente vivos y variados, las placas viejas, listas para caer, son relativamente de un gris opaco y menos lisas. Si la capa subero-felodérmica no se renueva en profundidad, o si no se desprenden periódicamente del árbol, la corteza se denomina persistente. Al envejecer la corteza, su superficie se oxida, se oscurece, se vuelve más o menos pulverulenta, y pierde sus características específicas (FAO, 1981).

Las hojas del eucalipto tienen formas redondas cuando son jóvenes y después alargadas y de color verde oscuro. Al secarse, adquieren tonalidad café y rojiza. Las hojas intermedias son generalmente más anchas que las juveniles o las adultas, y la punta en crecimiento puede producir muchos pares después de la fase juvenil y antes de que aparezcan las hojas adultas más o menos estables. Las hojas maduras por lo general, son coriáceas, a menudo gruesas, rígidas. Normalmente, son alternas, sólo en muy pocas especies son opuestas o sub-opuestas. En la mayoría de las especies, su forma es lanceolada, variando, sin embargo, según las especies, desde casi linear, a lanceoladas estrechas, a lanceoladas anchas, elípticas, oblongas, o incluso ovales y orbiculares. Su tamaño varía mucho. En algunas especies, y a veces sobre el mismo árbol, hay una notable variación en la forma y en los tamaños de las hojas.

Las flores del eucalipto son muy llamativas. Tienen cuatro pétalos y muchos estambres blancos que se abren en círculo. Los frutos son como pequeñas campanitas verdes y grises, que cuando se secan adquieren un olor muy fuerte. La parte superior del fruto consiste en cuatro segmentos, que al madurar, se parte y se separa en valvas.

Las semillas de E. urophylla son aproximadamente 210,000 a 400,000 por kilogramo (Hieber, 2000), mientras que E. tereticornis 540 semillas por kilogramo (Cuerpo de Paz/Paraguay, 1990). Ambas especies se almacenan bien en un receptáculo cerrado, en un lugar seco y fresco.

2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Los eucaliptos son generalmente considerados como árboles australianos, debido a que la gran mayoría de las especies y subespecies son endémicas del continente Australiano e islas circundantes. De las especies que se encuentran fuera de los límites territoriales de Australia como E. deglupta y E. urophylla, no se han registrado en el continente, siendo dos de las especies de considerable importancia en plantaciones en las más bajas latitudes del planeta. Estas especies toleran latitudes inferiores a cualquiera encontrada en Australia, donde el punto más al norte es 10°41'S (FAO, 1979).

La presencia natural de los eucaliptos es casi siempre al este de la Línea de Wallace, una división hipotética, pero muy práctica, que separa lo que Wallace denominó tipos de vida indo-malayo y austro-malayo, tanto animales como vegetales (Wallace, 1913). Esta línea, marcada por Wallace en 1869, después de estudios recientes parece

indicar que Wallace se equivocó al trazar esta línea al este de Mindanao. La presencia natural conocida de todos los eucaliptos se halla al este de esta línea corregida, con la posible excepción de E. alba al norte de Bali.

Los eucaliptos, por lo tanto, son árboles esencialmente austro-malayos, con una dispersión natural en latitudes que se extienden desde 7°N a 43°39'S. La mayoría de las especies actuales y de los mejores rodales naturales de las especies más ampliamente plantadas se hallan al sur del Trópico de Capricornio. Sin embargo, los ensayos más recientes han demostrado que las procedencias que crecen al norte del Trópico de Capricornio son de creciente importancia en países de baja latitud (FAO, 1981).

La primera de las características del eucalipto, de hacerse presente y predominar en tierras de no muy buena calidad, se debe a la habilidad de colonizar. Aunque la mayoría de las especies del género tienen semillas muy pequeñas con poca reserva de material en cada una de ellas, producen una gran cantidad de semilla (FAO, 1979).

III. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

3.1 CLIMA

Entre los factores climáticos que más influyen en el género Eucalyptus, se encuentran las heladas. La acción del frío tiene carácter restrictivo que se ha de tener en cuenta, a fin de conocer la resistencia a las temperaturas bajas. Cada especie tiene sus límites térmicos, los cuales pueden ser modificados por otros factores, tal es el caso de luz que incrementa la resistencia al frío (Jalota y Sangha, 2000).

El eucalipto tiene un alto requerimiento de luz. Es sensible a las heladas, aunque ambas especies soportan heladas de baja intensidad (Jalota y Sangha, 2000). Necesita de 1000 a 1500 mm de agua al año (Gunn y McDonald, 1991).

3.2 SUELO Y TOPOGRAFÍA

La estructura de las comunidades de E. urophylla y la constitución de los árboles individuales parecen determinadas por la interacción del suelo, la orientación y los factores edáficos. Los terrenos arbolados abiertos de E. urophylla colonizan las laderas de exposición sur y norte en elevaciones normalmente superiores a 200 m pero existe también a 70 m y hasta 2,960 m. Su clara preferencia por las alturas superiores a 200 m. puede deberse en parte a las condiciones desfavorables del suelo (calizas), en elevaciones inferiores, que suelen estar dominadas por terrenos arbolados abiertos, de bajo porte u otras especies de eucalipto. Pueden desarrollarse bosques altos y claros sobre sustratos basálticos con orientaciones favorables (Gunn y McDonald, 1991).

E. urophylla crece en suelos francos y con buen drenaje, mientras que E. tereticornis prefiere sitios con suelos profundos, con buen drenaje pero puede soportar las inundaciones de menor gravedad. Se reporta que ambas especies no crecen bien en suelos muy ácidos, de pH ácidos a neutros (Hieber, 2000; Cuerpo de Paz/Paraguay, 1990).

IV. PRODUCCIÓN EN VIVERO

Las plantaciones establecidas en México, inicialmente se realizaron con materiales bajo ningún criterio de selección o grado de mejoramiento. Actualmente, en el sureste del país se han establecido pruebas de progenies

con semilla producida en el huerto semillero de Forestaciones Operativas (FOMEX), para validar la calidad del material genético de las nuevas razas locales y capturar fenotipos de alto valor, para ser testados e integrados a los programas operativos de plantaciones de eucalipto.

4.1 ORIGEN DEL GERMOPLASMA

La planta requerida para forestación es producida en vivero, con semilla importada de alta calidad, estacas o clones seleccionados de procedencias de eucalipto. La adquisición de la semilla para producir las plántulas se hace siguiendo las normas internacionales que marca la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) y los documentos de inspección y certificación sanitaria de importación de las autoridades sanitarias de la SEMARNAT.

Actualmente, en México el germoplasma de Eucalyptus urophylla S.T. Blake procede de huertos semilleros y de clones, seleccionado y probado por las empresas a cargo de plantaciones. El origen de esos materiales puede ser de Australia, Sudáfrica e indonesia (caso de Forestaciones Operativas de México), o de Brasil (caso Plantaciones de Tehuantepec, Oaxaca).

4.2 PRODUCCIÓN DE ESTACAS O CLONES

El uso de estacas o clones seleccionados, producidos en el jardín clonal del vivero. En esta área se obtiene el material vegetal (brotes) para su multiplicación de manera masiva, a través del manejo de plantas madre. Posteriormente, se realiza el enraizamiento de estacas, el cual consiste el lograr que los brotes maduren fisiológicamente (valorado por su tamaño y flexibilidad), una vez alcanzada esta etapa son cosechados y cortados para obtener estacas entre 4 y 5 cm de altura y de grosor variable.

Después de que han colocado las estacas en tubetes para el enraizado, son transportadas a un área externa para promover la aclimatación de la planta obtenida. Esta área es protegida con malla sombra a fin de evitar problemas de deshidratación, por efecto de radiación solar.

Para el endurecimiento, las estacas son colocadas y expuestas al sol por un lapso de dos semanas. En esta etapa, se busca dar la lignificación adecuada a la planta. Los riegos son más espaciados y ya no se realizan fertilizaciones. El proceso dura de 8 a 9 semanas, para su posterior establecimiento en campo.

4.3 MANEJO DE ENVASES

Para la producción de plántulas o para la producción de clones a partir de estacas se puede utilizar conos o tubetes de 66 cm3, con una longitud de 16 cm y 2.54 cm de diámetro, con cuatro guías para el desarrollo vertical de la raíz. Estos se pueden colocar en canastillas con capacidad de 200 conos el material es plástico en color negro.

4.4 PREPARACIÓN DE SUSTRATO

El sustrato puede ser de mezcla compuesta por un 60% de Germinaza® (cascara de coco molida), 10% de Perlita y 30% de composta de corteza de pino, se puede elaborar con la ayuda de una revolvedora. A esta mezcla se la agrega 80 g de fertilizante comercial triple 17 (N-P-K) por cada 20 kg de Germinaza. Antes de la siembra el sustrato es desinfectado con Furadan, en dosis de 50 ml por cada 20 litros de agua.

4.5 SIEMBRA

Los conos o tubetes se llenan en forma manual, procurando darle una buena compactación, la cual se complementa en el invernadero después de los primeros riegos, con un molde especial.

La siembra se realiza en forma manual, con una jeringa hipodérmica sin aguja, lo que permite colocar de 2 a 4 semillas por contenedor, y se cubre con una capa de 3 a 4 mm de sustrato, dando un riego a saturación.

4.6 FERTILIZACIÓN

Después de la germinación se aplica el siguiente régimen de fertilización foliar (NPK): 9-45-15, por 7 días; 20-30-10, por 3 semanas; 9-35-7, espaciados cada 4 días, hasta los 60 días; y 23-10-21, cada 6 días.

Durante los primeros 45 días se aplican diferentes fungicidas, para evitar crear resistencia a uno solo (Captan, Benlate, Cupravit, Sinet, Banrot). Además del Furadan, que se utiliza para desinfectar al sustrato, también se aplican Lannate y Lorsban 480, para combatir grillos y gusanos defoliadores.

Se aplica riego a saturación dos o tres veces al día, dependiendo de la temperatura. Una vez que las plantas alcanzan de 10 a 12 cm de altura, se separan, dejando una planta por tubete.

4.7 CUIDADOS EN ÁREAS DE INTEMPERIZACIÓN

Cuando las plantas alcanzan de 15 a 18 cm (30 días) en el invernadero, se trasladan al área de intemperización, buscando que las plantas alcancen una mayor lignificación y se adapten al ambiente, previamente a su plantación en el terreno (60 días o más). Posteriormente se aplica un riego a discreción, según se detecte la necesidad.

4.8 ESTÁNDARES DE CALIDAD DE PLANTA

Previo a su envío al campo la planta se selecciona dejando sólo aquellas con 30 cm de altura y 3 mm de diámetro al cuello. Las charolas se llenan nuevamente con 200 plantas para su transporte, el cual se realiza en remolques con capacidad de 138 charolas (33,600 plantas por viaje), diseñados especialmente para que la planta no sufra daños.

V. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

En estas prácticas, incluyen se preparación de suelo, control de arvenses y fertilidad del suelo. Parte de la información que se presenta es parte de las actividades operativas, como ha sido el caso de Forestaciones Operativas de México (2006).

5.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Chapeo manual y/o con maquinaria pesada, para eliminar arbustos, árboles dispersos, malezas y rebrotes de los eucaliptales, en los cuales se incluye la eliminación de tocones una vez que se realizó el aprovechamiento. Se aplica herbicidas y quema de potreros para limpiar el terreno de malezas.

Apertura de brechas corta-fuego perimetrales e internas, para el mantenimiento de las plantaciones y en su momento como brechas de saca para la extracción de madera, junta y apilamiento de desperdicios para su descomposición o quema.

Encamellonado, sobre la hilera de tocones razados. Se hace con camelloneador forestal, en dos pasos para formar camellones de 0.50 m de altura y 2.0 m de ancho, a 3.0 m de espaciamiento de centro a centro de cada camellón sobre el cual se deberá establecer la plantación.

La preparación del suelo con camellones forestales, tiene un incremento mayor entre 25 y 30% en diámetro y altura de los eucaliptos a 3 años de edad, que preparación de rastra o subsoleo. Mientras que la combinación con subsoleo y camellones forestales tiene menor crecimiento (10 a 15%) de los árboles.

La preparación con camellones es muy útil en sitios con manto freático elevado y el subsoleo es necesario en sitios donde por el uso anterior existe una capa endurecida del suelo. Ambas prácticas se realizan en curvas a nivel.

5.2 DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

Se maneja una densidad de plantación de 1,100 árboles por hectárea, por lo cual se considerando dos espaciamientos, 3.5 x 2.6 m y 3.0 x 3.0 m.

5.3 MÉTODO DE PLANTACIÓN

Las plántulas establecidas de E. urophylla corresponden en un 65% de semillas procedentes de Brasil y 35% de clones producidos en vivero. Forestaciones Operativas de México cuenta con un vivero en Las Choapas, Veracruz. El porcentaje de sobrevivencia se estima en promedio del 84%, por lo que se realizan algunos replantes al mes del establecimiento.

5.4 FERTILIZACIÓN

Se hacen evaluaciones del crecimiento de las plantaciones, a las diferentes edades, para lograr la productividad al final del turno, para lo cual se suele realizar alguna fertilización para mejorar el crecimiento deseado.

La fertilidad del suelo, se maneja aplicando fosforo y nitrógeno, debido a que esto resulta en un incremento de hasta 50% de incremento en la productividad (18 a 34 m3/ha/año).

La primera fertilización se realiza antes del establecimiento, junto con el camellonado o antes de plantar. Se aplica cal dolomítica o superfosfato de triple, en dosis de 80 a 120 kg por hectárea. Esta aplicación es importante porque permite el arranque de las plántulas, liberándolas de la competencia de pastos y malezas.

La segunda fertilización es de fosfato de amonio (18-46-00) y se realiza al mes de establecida la plantación, algunas veces puede realizarse al iniciar la temporada de lluvias. La dosis es de 110 kg por hectárea, enterrado en dos hoyos al lado de cada plántula, propiciando un crecimiento acelerado en altura de la plántula, permitiéndole mayor ventaja sobre la maleza.

FOMEX lleva a cabo un programa llamado Balance Nutricional de Plantaciones de Eucalipto, que bajo un enfoque sustentable, garantiza la productividad y el cuidado del ambiente. Como soporte a los clones seleccionados y validados para el establecimiento de una plantación, se ha integrado como practica la aplicación de cal dolomítica y superfosfato de calcio triple. Además, se recomienda la fertilización con elementos como N, P, K, Ca, Mg y B.

5.5 CONTROL DE MALEZAS

El primer control se realiza antes de plantar, aplicando herbicidas (Glifosfato y Ally) emergentes en toda la línea del camellón o de la línea roturada. La dosis es de un litro por hectárea. Todo con el propósito de retardar hasta 80 o 90 días la emergencia de estas. La frecuencia del control se determina con la agresividad, tipo de maleza y en función del ciclo de lluvias.

5.6 REPLANTACIÓN

La replantación se lleva a cabo al mes de la plantación, y depende del porcentaje de sobrevivencia que se tenga, hasta ese momento, de las plántulas inicialmente establecidas. La técnica de Forestaciones Operativas de México establece como criterio hacer la replantación en casos en que la sobrevivencia sea menor al 90%, o cuando se presenten manchones aislados de pérdidas de plántulas.

VI. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

6.1 TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS

Las plantaciones principalmente están constituidas por una cohorte coetánea de individuos ordenados espacialmente en hileras, que pueden variar 3 x 2, 3 x 2.5, 3.5 x 3 y 4 x 3 m dependiendo de la calidad del sitio. Es una práctica común aplicar fertilizantes antes de la plantación y a los 6 meses posteriores. También se realiza la eliminación de plantas indeseables a la plantación con el fin de eliminar problemas de competencia (Couto y Betters, 1995).

Cuando las empresas a cargo de las plantaciones fijan turnos cortos (como es el caso de Fomex), la cosecha de la plantación se hace en una sola corta a matarrasa en toda la superficie del área plantada, al transcurrir el turno. El volumen promedio estimado a extraer, se espera entre 25 y 20 m3 en rollo por hectárea por año.

6.1.1 LIMPIAS

La primera labor de limpieza del terreno, se realiza para eliminar malezas y plantas no deseadas que puedan representar competencia para las plantas de eucalipto. Se lleva a cabo durante el segundo o tercer mes después del establecimiento, debido a que no se puede aplicar herbicida en este momento, ya que las plántulas pueden sufrir severos daños causados por los herbicidas. Posteriormente la limpia y control de malezas, se lleva a cabo para evitar que la vegetación indeseable alcance a las plantas, y la frecuencia dependerá de la agresividad de las plantas y de la temporada de lluvias.

Las labores mecanizadas para eliminar la vegetación herbácea se realizan en forma transversal a la pendiente y los productos químicos sólo son para eliminar la parte aérea de las plantas.

6.1.2 PODAS

La práctica de podas en plantaciones de eucalipto en el sureste de México, no está considerada durante el turno (7 años). Solo en casos excepcionales y como una práctica de saneamiento, ya que en plantaciones de eucalipto para fines celulósicos no se consideran podas o aclareos (FOMEX, 2006).

6.1.3 ACLAREOS

La práctica de aclareos en plantaciones de eucalipto tampoco está considerada durante el turno.

6.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las principales amenazas que puede tener los eucaliptos son los hongos, que causan enfermedades en el follaje de los árboles son diversos, y destacan por las distintas enfermedades que ocasionan; varios de ellos son parásitos primarios y otros son oportunistas o secundarios.

En plantaciones jóvenes de este género los patógenos foliares son la causa principal de la muerte de hojas, previo a la senescencia natural o a la intercepción de la luz. Provocan disminución de la capacidad fotosintética del árbol, de la que depende la síntesis de carbohidratos, y ocasionan disminución de crecimientos y por tanto producción leñosa. Una consecuencia grave de la pérdida precoz de las hojas es que ocasiona muerte prematura de la rama, impidiendo la generación del tejido que posibilita su separación normal del tronco.

En plantaciones adultas, cuando el crecimiento en diámetro incluyó a la rama muerta prematuramente dentro del fuste, provocan daños a la calidad de la madera. Las principales causantes de problemas sanitarios en plantaciones de E. urophylla son los siguientes:

Coniella fragariae (Oud.) Sutton. Es una enfermedad común, pero considerada de poca importancia, en las plantaciones comerciales de eucaliptos de rápido crecimiento; sus infecciones se presentan en algunas hojas de la parte baja de la copa de los árboles y en ocasiones causa defoliaciones moderadas. En el jardín clonal de Eucalyptus urophylla es de mayor importancia, al dañar varetas puestas a enraizar (Cibrián et. al., 1995).

Cylindrocladium sp. Morgan. (Moniliales, Moniliaceae). Se ha encontrado en vivero y plantaciones de E. urophylla causando infecciones ligeras, aunque algunos árboles pueden ser defoliados completamente en la mitad inferior de la copa. Es un hongo que habita en el suelo que afecta follaje y raíces de los árboles (Cibrián et. al., 1995).

Kirramyces epicoccoides (Cooke & Massee) Walter, Sutton & Pascoe. (Shaeropsidales, Shaerioidaceae). Este hongo, como el anterior, también se encontró en planta en vivero y en las plantaciones de E. urophylla. Se reconoce su presencia por que en el haz y el envés de las hojas afectadas forma manchas irregulares de color púrpura o pardusco–púrpura; la forma de la mancha es angular, de 2–10 mm de diámetro, y está delimitada por las venas de las hojas.

Dentro de las manchas se presentan picnidios de color negro. Los conidios tienen la base truncada, son subcilíndricos, de dos a cinco septas, ligeramente curvados, de color café brillante y, sobre la superficie del conidio, presentan rugosidades finas (Cibrián et. al., 1995).

Botryosphaeria rhodina (Berk & M. A. Curtis). Esta plaga se encontró en las plantaciones de Eucalyptus urophylla. Este patógeno es considerado como un oportunista, ataca árboles que se encuentran en condiciones de estrés.

En los árboles afectados, los síntomas más evidentes son la muerte de puntas o de ramas laterales; en las

plantaciones de eucalipto se reconocen puntas muertas con follaje amarillo o café; la madera de estos árboles presenta decoloraciones marcadas, de tono gris oscuro, que son evidentes a lo largo de todo el sistema vascular desde el cuello de la raíz hasta la punta de cada una de las ramas. En la superficie de la corteza aparecen picnidios subcorticales, semiesféricos; son de color negro, presentan ostiolo, están en grupo y salen entre las fisuras de la corteza, su pared es gruesa, formada por células parenquimatosas.

Los conidios que se forman dentro de estas estructuras cuando inmaduros son hialinos, sin septas y de forma oval (Cibrián et. al., 1995).

Sarsina sp. (Lepidóptera: Lymantriidae). Gusano peludo del eucalipto. Las palomillas (adultos), hembras y machos, son de tamaño mediano; los machos poseen antenas bipectinadas. Las larvas de estos insectos tienen setas largas, y el cuerpo toma coloraciones cafés con manchas diversas, estas características fueron observadas en campo y en laboratorio.

Se considera que hay varias generaciones por año, pero sus poblaciones son epidémicas; se han observado en los meses de noviembre a febrero. Las larvas pueden defoliar completamente a sus hospedantes; cuando esto sucede grandes números de larvas bajan de las copas de los árboles y buscan nuevos individuos en los cuales terminar su ciclo; las larvas acostumbran reposar sobre la superficie de los troncos de los árboles en pie, se pueden encontrar por cientos. La pupación se presenta entre las hendiduras de la corteza o debajo de troncos tirados o de piedras (Cibrián et. al., 1995).

Coptotermes crassus Snyder (Isoptera: Rhinotermitidae). Esta especie es muy frecuente en el sureste tropical de México; se le encuentra asociada con el "síndrome de tronco hueco" en árboles vivos de diferentes especies. Estos termes son subterráneos que viven en colonias altamente organizadas, formadas por obreros, soldados y reproductores. Su diagnóstico temprano es difícil, los daños sólo se pueden observar cuando se está cosechando y se observan los tocones con oquedades de consideración, prolongándose hasta varios metros en las trozas cortadas.

En 1998, FOMEX detecta problemas sanitarios en las plantaciones de E. urophylla. Con el diagnostico de la dirección de Protección Forestal y de la DiCiFo-UACh, se identificó el problema como defoliaciones causadas por el gusano peludo de una polilla del género Sarsina (Lepidóptera). Se combatió el brote aplicando 750 mm de Decis (2.5 CE) por hectárea, que es un insecticida piretroide con efecto residual de amplio espectro, causa mortandad en huevos larvas y adultos, en un lapso de 12 días.

Antes del establecimiento se realiza un monitoreo para ubicar nidos de hormigas, que pueden afectar severamente las plantaciones. Como control preventivo contra la hormiga arriera, se aplican insecticidas (Patrón o Foley), en las entradas de los hormigueros. El control se continúa durante el primer año de la plantación.

6.3 INCENDIOS

La prevención, detección y combate de incendios es parte de las consideraciones en las plantaciones de Eucalipto. En el caso de las plantaciones de eucalipto en el sureste mexicano, las actividades reglamentarias que se deben llevar a cabo son:

Inclusión del fuego como herramienta en las practicas de manejo de la plantación, como son las quemas controladas, cuando así se requieran.

Construcción de brechas corta-fuego en la periferia de las plantaciones y mantener caminos internos a las plantaciones para que funcionen como brechas corta-fuego. Las brechas son de 5 a 6 m de ancho, la longitud total dependerá del tamaño del predio. El mantenimiento se da mediante líneas negras o rastra. Se trabaja con las autoridades involucradas en las actividades para el control incendios.

Evitar el uso del fuego en actividades agropecuarias aledañas a la plantación. Para la prevención y control de incendios, la empresa a cargo d la plantación deberá contar con equipo y recursos humanos necesarios, para la capacitación de brigadas, así mismo, establecer torres de observación y vigías, bases de operación (con radios y operadores de maquinaria agrícola), principalmente.

6.4 CRECIMIENTO

El crecimiento de E. tereticornis y E. urophylla es diferente en el primer año. E. tereticornis es más rápido su desarrollo en los primeros años, mientras que en E. urophylla es más lento, pero más tarde puede superar las tasas de crecimiento de urophylla (Seppanen, 1999).

VII. APROVECHAMIENTO DE LA PLANTACIÓN

7.1 ORDENACIÓN DEL APROVECHAMIENTO

Las principales plantaciones de eucaliptos, se han establecido en predios ubicados a la orilla o en la cercanía de caminos ya establecidos y en uso continuo, así como vías de ferrocarril, por lo que no es necesario, al menos para las plantaciones del sur de México, la construcción de infraestructura para este fin.

7.2 PRÁCTICAS DE APROVECHAMIENTO

El proceso de cosecha se inicia con el derribo del arbolado, el cual se hace preferentemente con motosierra en la corta del tronco al ras del suelo, minimizando daños a la cubierta superficial del suelo.

El arbolado derribado es desramado y despuntado en el mismo terreno con motosierras adecuadas o machete. En el mismo terreno se establecerán los apilamientos en cuerdas, de las trozas dimensionadas a los largos preestablecidos.

El arrastre y arrime de la cosecha se realiza con tractores agrícolas comunes o con animales de carga, que lleven el producto a las orillas de los caminos de acceso dentro del predio, donde se harán apilamientos en cuerdas, con los largos que requiera el mercado.

7.3 TRANSPORTE

Los puntos de embarque del producto se hacen a pie de caminos pavimentados o de estaciones de ferrocarril,

para su transporte a los centros de consumo.

VIII. PROPIEDADES Y CARACTERÌSTICAS DE LA MADERA

8.1. FÍSICAS Y MECÁNICAS

Peso y dureza. Los eucaliptos tienen una madera moderadamente pesada y dura, especialmente E. tereticornis.

Densidad. Básica: de 0.38 a 0.52 g/cm3.

Durabilidad. El eucalipto está reconocido como una madera de buena durabilidad, de resistente a muy resistente.

Trabajabilidad. Es una madera fácil de trabajar, la presencia del silicio le otorga cierta resistencia, aunque su efecto negativo desgasta el metal. Una particularidad de los eucaliptos es que, debido a su grano, textura, contracción y el uso frecuente de madera sin secar, no son maderas muy fácilmente trabajables, aunque con el empleo de técnicas adecuadas pueden lograrse muy buenos productos.

Estabilidad dimensional. Es poco estable frente a las fluctuaciones de humedad y temperatura.

Secado. Tiene un secado deficiente.

8.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

Color y veteado. La albura es de color blanco o crema y el duramen rojizo claro. Veteado suave.

Olor. Se considera ausente de olor en la madera, pero los aceites aromáticos de sus hojas lo hacen excelente para la industria farmacéutica.

Sabor. Se considera ausente de sabor, por lo que puede ser usada para embalaje de alimentos.

Brillo. Tiene un brillo mediano.

Textura. La textura de esta madera es mediana.

IX. USOS DE LA ESPECIE

9.1. MADERABLES

Esta especie tiene un alto potencial como materia prima de madera aserrada, tableros contrachapados, tableros que emplean madera de trituración y celulosa para la industria de papel.

9.2. NO MADERABLES

Las numerosas posibilidades de aplicación de tratamientos decorativos, confieren a esta madera una gran

versatilidad en sus aplicaciones.

9.3 OTROS USOS

Usos ornamentales, para repoblación forestal, en programas técnicos como barrera viva, control de erosión, conservación de suelos y estabilización de taludes. Como combustible y como especie mejoradora del suelo.

Además, su uso en la medicina tradicional se debe al aceite esencial, formado por una gran cantidad de eucaliptol, tiene acción antiséptica sobre las vías respiratorias, y por vía tópica se emplea en la preparación de pomadas balsámicas, cicatrizante y antisépticos. Otros usos pueden ser para leña, aserrín y chapas alquitranadas.

X. LITERATURA CITADA

Azpíroz R., H. S., R. Martínez R., J. L. Rodríguez, V. M. Cetina A., M. A. Gutiérrez E. 2005. Aclimatación de plantas obtenidas in vitro eucalyptus urophylla s. t. blake eucalyptus grandis hill ex maiden. Ra Ximhai (1) 3: 591-597.

Cibrián-Tovar, D., J.T. Méndez, R. Campos B., H.O. Yates III y J. Flores. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 453 p.

Cuerpo de Paz/Paraguay. 1990. Los árboles más utilizados en el Paraguay. Asunción, Paraguay. 105 pág. http://www.agr.una.py/cgi-cef/cef.cgi?rm=detalle&ID=179 Fecha: 2 de junio de 2009.

Couto, L. y D.R. Betters. 1995. Short –rotation eucalypts plantations in Brazil: social and environmental issues. Oak Rich Nat. Laboratory. ORNL/TM-12846. Springfield, U.S.

FAO. 1979. Eucalypts for plating. FAO Forestry Series. No. 11. FAO, Rome. 677 p.

FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. FAO: estudios de silvicultura y productos forestales No.11. FAO, Roma. http://www.fao.org/DOCREP/004/AC459S/AC459S00.htm Fecha: 28 de mayo de 2009.

FOMEX. 2006. Informe semestral. Acumulado al 31 de mayo de 2006. Forestaciones Operativas de México S.A. de C.V. Villahermosa, Tabasco. México.

Gunn, B. V. y M.W. McDonald. 1991. Recolección de semillas de Eucalyptus urophylla. Recursos Genéticos Forestales No. 19. FAO, Roma.

Hartney, V. J. 1995. Vegetative propagation of the eucaliptus. Aust. For. Res. 10: 191-211.

Hieber, C. 2000. Comportamiento de 10 especies de Eucaliptus en diferentes condiciones de sitio. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). 85 pág. http://www.agr.una.py/cgi-cef/cef.cgi?rm=detalle&ID=194 Fecha: 2 junio de 2009)

Hinke, N. 2000. La llegada del eucalipto a México. Ciencias 58. Abril-Junio. 60-62 p. http://www.ejournal.unam.mx/cns/no58/CNS05808.pdf

Jacobs, M.R. 1981. Eucaliptos para plantaciones. Serie Forestal de la FAO. No. 11. FAO, Roma.

Jalota R., K. y Sangha K. 2000. Comparative ecological-economic analysis of growth performance of exotic Eucalyptus tereticornis and indigenous Dalbergia sisso in mono-culture plantations. Ecological Economics, 3: 487-495.

Martínez R, R., H. S. Azpíroz R., J. L. Rodríguez, V. M. Cetina A., M. A. Gutiérrez E., J. Sahagún C. 2005. Micropropagación clonal in vitro en Eucalyptus grandis y E. urophylla. Ra Ximhai (1) 1: 111-130.

Montoya O, J. M. 1995. El eucalipto. Mundi-Prensa Libros. Barcelona, España. 125 p.

Sánchez, E. I., J. Vargas H., J. López U., A. Borja de la R. 2005. Parámetros genéticos del crecimiento y densidad de madera en edades juveniles de Eucalyptus urophylla s. t. blake. Agrociencia (39) 4: 469-479.

Secretarìa del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Las plantaciones forestales comerciales en Mèxico. Subsecretaria de Recursos Naturales-Direcciòn General Forestal-Direcciòn de Plantaciones Forestales

Comerciales. Documento informativo. 8 p.
Seppanen, P., E. I. Sánchez, J. A. Wrigth. 1999. Ensayos y procedencias en el oeste de México: Resultados del primer año. Foresta Veracruzana (1) 2: 1-9.
Wallace, A.R. 1913 The Malay Archipelago, the land of the orang-utan and the bird of paradise. A narrative of travel with studies of man and nature. Londres, Macmillan.

ANEXO III. 2

PAQUETE TECNOLÓGICO: Gmelina arborea Roxb. (MELINA)

I. INTRODUCCIÓN

La Gmelina arborea se considera una especie exótica de rápido crecimiento cuyo potencial productivo la ha colocado como una alternativa de producción y aprovechamiento en México.

Es una especie que se ha adaptado a las condiciones tropicales del país; en plantaciones comerciales está distribuida en 11 estados, de los cuales los más importantes en cuanto a superficie son Veracruz, Tabasco y Campeche.

De manera general se puede considerar que el establecimiento de plantaciones de melina es económico y relativamente fácil de producir, su turno de aprovechamiento puede iniciar desde los 6 hasta 15 años dependiendo del objetivo de la plantación. Tiene una gran capacidad de rebrote, siendo los rebrotes muy vigorosos.

La madera de melina por sus características es utilizada para madera de aserrío, para pulpa o leña principalmente.

II. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

2.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA (USDA, NRCS, 2009)

Reino	*Plantae*
Subreino	*Tracheobionta*
Subdivisión	*Spermatophyta*
División	*Magnoliophyta*
Clase	*Magnoliopsida*
Subclase	*Asteridae*
Orden	*Lamiales*
Familia	*Verbenaceae*
Genero	*Gmelina* L.
Especie	*Gmelina arborea* Roxb.

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

De acuerdo con Castillo et al., (1993) Gmelina arborea es una especie introducida y de rápido crecimiento que pertenece a la familia Verbenaceae. El árbol se caracteriza generalmente por no tener un fuste recto; llega a medir de 15 a 20 m de altura, con un diámetro normal que sobrepasa los 60 cm; el fruto es una drupa carnosa ovoide u oblonga de 3 a 5 cm de largo; el pericaripo es brillante, la semillas es de 12 a 25 mm de largo, de testa dura de color castaño claro a obscuro y presenta de uno a cuatro lóculos, cada uno de los cuales puede generar una planta

2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La Melina es una especie originaria de Asia y fue introducida a México en 1971 a partir de semilla de poblaciones naturales de la India, de plantaciones de Sierra Leona, Nigeria, Sudáfrica y también de casas comerciales de Holanda, La semilla se germinó y estableció en el Campo Experimental EI Tormento (ahora Ing. Eduardo Sangri Serrano) del INIFAP, de donde se ha distribuido a otras localidades del país. Se adapta fácilmente a las condiciones tropicales de México, en donde ha prosperado bien, tanto en condiciones de trópico húmedo como trópico seco (INIFAP, 1999).

En México las plantaciones de melina están distribuidas en los siguientes estados: Campeche, Chipas, Jalisco, Estado de México, Nayarit, Oaxaca, Puebla, S.L.P., Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. Siendo tan solo Veracruz, Tabasco y Campeche los estados que representan el 91.9% de la superficie nacional de melina.

III. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

3.1 CLIMA

Es una especie de muy amplia distribución natural en el sureste asiático. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, cubriendo diversas zonas climáticas y edáficas. Ha sido introducida con éxito en diversos países tropicales, incluyendo Centroamérica, donde se le encuentra principalmente en las zonas de vida de bosque muy húmedo Tropical, bosque húmedo Tropical y bosque seco Tropical. Se le planta con éxito entre los 24° y 35° C, 1000 a 3000 mm anuales de precipitación y desde el nivel del mar hasta los 500 m de elevación (Murillo y Valerio, 1991).

3.2 Suelo y topografía

De acuerdo a Murillo y Valerio (1991) es imprescindible que los suelos sean bien drenados, profundos que permitan el desarrollo radical. Sin embargo, la especie puede crecer en suelos desde ácidos o calcáreos, hasta lateriticos; en ocasiones el crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, con capas endurecidas, impermeables, pedregosos, en suelos arcillosos, pesados o de mal drenaje. Se le ha plantado con buenos resultados en suelos inceptisoles, entisoles y alfisoles (Murillo y Valerio, 1991).

Para De la Cruz y Barrosa (1993) melina crece vigorosamente en suelos alcalinos (pH de 7 a 8) y bien drenados o ligeramente ácidos (pH entre 4 y 5) y lixiviados.

3.3 Vegetación asociada

La melina no es una especie típica para sistemas agroforestales, excepto en las modalidades de cerca viva y bajo asociación temporal con cultivos anuales (Murillo y Valerio, 1991). También se puede utilizar como cortinas rompevientos o linderos maderables.

IV. PRODUCCIÓN EN VIVERO

Sánchez y Castillo (1998) recomiendan el uso de almácigos o semilleros para la germinación colocándose entre 100 y 400 semillas por m2 espaciamientos de 5 x 5 hasta 10 x 10 cm. De los almácigos se deben trasplantar a las camas de crecimiento, si se va a hacer producción de planta a raíz desnuda o a envases si se va a producir la planta con cepellón. Las camas de crecimiento no deben ser mayores a 100 cm de ancho y de longitud variable. Para la producción a raíz desnuda, al hacer el trasplante la distancia que se debe dejar entre plantas debe ser de 20 cm; para la producción de planta en envase se deben utilizar bolsas de polietileno negro, de 15 cm de alto y 12 cm de diámetro. Las camas de crecimiento no deben ser mayores a 100 cm (Sánchez y Castillo, 1998).

V. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

5.1. DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

La densidad de plantación está relacionada con el tipo de producto que se desee obtener. Los espaciamientos de 2.0 x 2.0 m con fines de leña o celulosa facilita el cierre rápido de las copas, que ocurre a los 18 meses de edad, a partir del cual se reduce la presencia de maleza. El espaciamiento de 3.0 x 3.0 m, es para obtener madera de aserrío calificada como corriente tropical y se facilita la eliminación de malas hierbas con tractor y chapeadora (De la Cruz y Barrosa, 1993).

5.3. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La recomendación técnica más común para establecer la época de plantación, es que se debe hacer coincidir el establecimiento de la plantación con el inicio de las lluvias.
De acuerdo con Patiño et al., (1993) el periodo de plantación se puede extender desde el inicio del período de lluvias en junio hasta septiembre y octubre, aprovechando los nortes característicos de la región.

5.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para preparar el terreno se en primera instancia un arado y después una rastra, esto en el caso de preparación mecánica. Para la preparación manual se deben realizar adecuadamente los hoyos o cepas donde se pretenda realizar la plantación.

5.4 MÉTODO DE PLANTACIÓN

Tradicionalmente se han usado las pseudoestacas para el establecimiento de las plantaciones, aunque se pueden usar las plantas en bolsa e incluso las plantas a raíz desnuda. También se ha ensayado la siembra directa, con esqueje, colocando de cuatro a cinco semillas por golpe (Dawkins, 1919; Murillo y Valerio, 1991).

5.5 FERTILIZACIÓN

Es recomendable aplicar una fertilización de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, con las siguientes dosis: para nitrógeno, 30 gramos de nitrógeno disponible por cada planta. Para el fósforo, 60 gramos por cada planta y para el potasio, 10 gramos por cada planta (Sánchez y Castillo, 1998).

5.6 REPLANTACIÓN

De acuerdo a la tasa de mortalidad que se tenga en el primer mes después de la plantación se programara la

replantación. De acuerdo con Patiño et al., (1993), desde la fase de producción de planta se debe programar entre un 10 y 20% de excedentes para cubrir las necesidades de replantación.

VI. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

6.1 TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

En una plantación desde un punto de vista económico se le deben de hacer ciertas inversiones con el fin de obtener un beneficio futuro. De aquí que el manejo sea una parte importante en el proceso productivo, dentro de este rubro se deben considerar ciertas prácticas como la poda para con ello tener como beneficios futuros una mejor calidad de la madera y por ende un mejor precio en el mercado.

En el caso de podas es importante tener en cuenta el fin de la plantación. Como mencionan De la Cruz y Barrosa (1993) si la madera es para aserrío, las podas se realizan cada cuatro meses durante los dos primeros años, posteriormente se espacian a cada seis meses, hasta formar el fuste comercial.

En el caso de la melina para celulosa o leña es importante mencionar que no es necesario realizar poda.

6.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Una plaga importante en melina son las hormigas arrieras (Atta sp.) la que defolia parcial o completamente a los arboles lo que puede causarles la muerte a los recién establecidos. Según De la Cruz y Barrosa (1993) otra consecuencia del daño por hormigas es la formación de numerosos rebrotes en el árbol.

Otra de la plagas que dañan la melina son las termitas, Neotermes castaneus Burm. Este insecto perfora el duramen de la planta muy cerca del suelo, además hacen galerías en la parte superior de la unión de la rama con el tallo principal (De la Cruz y Barrosa, 1993).

De acuerdo con De la Cruz y Barrosa (1993) entre las enfermedades más importantes se presenta el Sclerotium, que se ha encontrado en varios hospederos, ocasionando necrosis en las hojas al igual que las plántulas en el vivero; además, es un agente causal del "Damping off" y ocasiona pudriciones radicales.

6.3. MALEZAS

Los puntos más importantes del manejo de una plantación incluyen el control de malezas, principalmente de especies trepadoras, pero permitiéndoles que desempeñen un papel tanto en el ciclo de nutrimentos, como en el ciclo hidrológico, ya que su ausencia aumenta el riesgo de erosión al dejar el suelo descubierto (Murillo y Valerio, 1991).

Rojas et al, 2004 mencionan que antes de la siembra y durante los tres primeros años, se recomienda la eliminación de la vegetación indeseable (usualmente son suficientes tres limpias anuales). Después del cierre de copas, la melina controla muy bien las malezas, lo cual facilita el manejo y disminuye las limpias.

6.4 INCENDIOS

Como se mencionó anteriormente uno de los usos que presenta la melina es para la producción de leña, como lo menciona De la Cruz y Barrosa (1993) esto se debe a que se quema muy rápido y presenta un poder calórico de alrededor de 20,000 Kj/kg. Esto significa que en el caso de incendio se comportara como un buen combustible dentro del proceso de combustión.

6.5 CRECIMIENTO

En sitios óptimos para su cultivo, esta especie puede alcanzar rendimientos de hasta 30 m3/ha/año (Agus et al, 2000; Rojas et al, 2004).

VII. APROVECHAMIENTO DE LA PLANTACIÓN

7.1 COSECHA

Depende del objetivo de plantación, si este es la obtención de pulpa, la cosecha pude ser a los 6-8 años, en corte a matarrasa; si se busca madera para aserrío, pueden realizarse aclareos a los 5 y 10 años y la corta final a los 18 años, con un volumen total promedio de 380 m3 /Ha, según la calidad del sitio (INIFAP, 1999).Sin embargo, en la actualidad varios plantadores en el sureste mexicano están programando reducir el turno hasta 10 y 12 años.

VIII. CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Es una madera de fácil trabajabilidad, que ofrece como principal ventaja, su excelente recepción a los tintes, dejándose teñir para adquirir tonos semejantes a otras especies como el cedro, el roble, el pino, etc.; cualidad que le permite ser una madera versátil y una de las mejores opciones para elaborar productos de calidad de mediano o alto valor.

De acuerdo a Patiño et al., (1993) la madera de melina se puede secar en estufa sin problemas y es fácil de aserrar, cepillar, tornear y taladrar; en cuando a cavados no presenta problemas para el pulido y es posible darle un buen terminado. Sin embargo, en ocasiones puede presentar grano entrecruzado que dificulta su trabajabilidad.

En cuanto al color y veteado la madera de la melina es de color amarillento grisáceo o blanco-rosáceo. No se diferencia la albura del duramen. En cuanto a olor y sabor no presenta distinción alguna (Murillo y Valerio, 1991).

X. USOS DE LA ESPECIE

Para De la Cruz y Barrosa (1993) el uso más común e importante es obtener celulosa para la fabricación de diferentes tipos de papel de alta calidad (impresión y empaque).
Patiño et al., (1993) hace referencia a que la madera de melina tiene una amplia gama de usos, presenta buenas condiciones para elaborar pulpa de papel, artefactos dimensionados, la chapa se desenrolla fácilmente sin necesidad de calentar la madera y se ha probado satisfactoriamente para elaborar el triplay.
Las flores de esta especie son de excelente calidad para ser parte de la producción de miel, por lo que se le puede considerar una especie melífera. Como sus hojas son muy frondosas y sus frutos son dulces es una especie muy apreciada por el ganado.

XI. LITERATURA CITADA

Castillo, V. J. C., J.M. C. Jiménez y E. R. A. M. Díaz. 1993. Germinación y crecimiento de tres especies forestales tropicales (Gmelina arborea, Simarouba glauca, Tectona grandis). SARH-INIFAP-CIR-Sureste. Escárcega, Campeche. México. 31 p.

De la Cruz, P. E., y J. T. C. Barrosa. 1993. Producción de planta y establecimiento de plantaciones de melina en el estado de Tabasco. Folleto Técnico Núm. 18. SARH- INIFAP. 23 p.

INIFAP.1999. 500 Tecnologías Llave en Mano. SAGAR-INIFAP. México, D.F. 152 p.

Murillo, o., y J. Valerio. 1991. Melina (Gmelina arborea) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 69 p.

Patiño, V. F., A. P. Rodríguez., J. C. Marín y E. M. Díaz. 1993. Melina (Gmelina arbórea) Roxb. Producción de planta, establecimiento y manejo de plantaciones. CIR-Sureste- INIFAP. México. 167 p.

Rojas, R. F., D. A. Arias., R. R. Moya., A. M. Meza., O. G. Murillo y M. G. Arguedas. 2004. Manual para productores de melina Gmelina arborea en Costa Rica. [En línea]. Disponible en línea en http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/Manual%20Prod%20Melina.pdf (Revisado el 12 de junio de 2009).

Sánchez, A. M., y J. C. V. Castillo. 1998. Guía para el establecimiento de plantaciones de Gmelina arborea (Melina), para la producción de leña y celulosa. Área forestal. Campeche, Mexico. 17 p.

USDA, NRCS. 2009. The PLANTS Database [En línea]. Disponible en http://plants.usda.gov, (Revisado el 12 de Junio de

ANEXO III.3

AQUETE TECNOLÓGICO
TECA
Tectona grandis L.F.

I. INTRODUCCIÓN

Tectona grandis L. F., árbol conocido comúnmente como teca, es una de las fuentes principales de maderas frondosas que existen en el mundo, apreciada por su color claro, su excelente fibra y durabilidad.

Sólo se da en forma natural en la India, Myanmar, la República popular Democrática de Laos y Tailandia, y se ha aclimatado en Java (Indonesia), donde probablemente se introdujo hace unos 400 o 600 años (Pandey and Brown, 2000).

Aunque no tiene gran importancia desde el punto de vista de la producción mundial de madera, por su solidez y sus cualidades estéticas, es una de las maderas tropicales más solicitada para un mercado específicos como la fabricación de muebles y barcos, y de componentes decorativos para la construcción.

El hecho de que la teca sea una de las maderas más valiosas del mundo hará que siga existiendo interés por cultivar e invertir en esta especie. Actualmente existen en el país 139 proyectos de plantaciones forestales comerciales con teca, que se ubican principalmente en los estados de Campeche, Veracruz, Tabasco, Chiapas y Nayarit. Estos proyectos abarcan una superficie de 34 mil 700 hectáreas, de las cuales ya están plantadas 12 mil y las restantes se esperaba que quedaran plantadas al concluir el año 2007. Por su potencial de crecimiento las proyecciones para el año 2008 señalaron la teca como la tercera especie más plantada en México, solo superada por el Cedro Rojo y el Eucalipto.

II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

2.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Nombre común: **Teca**
Nombre científico: **Tectona grandis L.F.**
Familia: **Verbenaceae**

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es un árbol caducifolio de tamaño grande, que puede alcanzar hasta 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. La corteza tiene hasta 2cm de espesor, de color café grisácea y ligeramente fisurada.

La teca tiene un fuste limpio cilíndrico que en algunas veces aparece estriado en la base y con frecuencia provisto de contrafuertes nervados en los árboles viejos.
En los bosques de área natural de la especie, los árboles dominantes sobrepasan los 30m de altura y los 80cm de diámetro, con fustes limpios de ramas hasta 2/3 de la altura total producto de poda natural.

En plantaciones jóvenes y sin poda, la copa es angosta, compuestas de ramas de sección transversal cuadrangular, con follaje rojizo que desaparece con el tiempo. En la madurez la teca tiene un sistema de ramificación amplia que conforma una copa mediana, regular y algo abierta, con ramas gruesas y follaje llamativo por sus grandes hojas simples, opuestas ovales, con pelos estrellados, verticiladas en plantas jóvenes, de color verde oscuro y ásperas en el haz; verde claro y tomentosas (con pelos blancos) en el envés; gruesas coriáceas y ásperas al tacto; son grandes y miden comúnmente entre 30 y 60cm de largo y 20 a 40cm de ancho.

Las flores son pequeñas y de color blanco, están dispuestas en panículas de hasta 40 x 35 cm de tamaño. El fruto drupáceo y envuelto por el cáliz persistente, mide aproximadamente 1 cm de diámetro y posee 4 carpelos, que produce solo de 1 a 4 semillas. Estas son de tamaño pequeño de 5 a 6 mm de largo y con textura oleaginosa.
2.3 Origen y distribución geográfica

La Teca crece de manera natural desde la latitud 10°N a 23°N, aproximadamente, en el Sudeste de Asia, en un área que comprende la mayoría de la India peninsular, gran parte de Myanmar (conocida previamente como Burma) y partes de Laos y Tailandia (Ryan, 1982; Gajaseni y Carl, 1990). Se introdujo en Java y en algunas de las islas menores del archipiélago de Indonesia y posteriormente a las Filipinas. Hoy en día la teca se ha naturalizado en estos países (Beard, 1943) y las plantaciones bien establecidas se extienden ahora desde la latitud 28° N a la 18° S, en el Sudeste de Asia, Australia, África y Latinoamérica. Fuera de su área de origen, se encuentran plantaciones importantes de Teca en África y en algunos países de América como Trinidad, Venezuela, Honduras, Ecuador y muy recientemente en México.
Algunas plantaciones de esta especie se establecieron en la India en la década de 1840 (Keogh, 1979). Antes del fin del siglo pasado, la mayoría de las plantaciones de Teca fuera de su área de distribución natural estaban concentradas en Sri Lanka, Bangladesh y paquistaní (Vaclav y Skoupy, 1972). A fines del siglo diecinueve las plantaciones de teca fueron extendidas a otras regiones tropicales y subtropicales (Kadambi, 1972). Algunas

estimaciones de la superficie ocupada por plantaciones de teca en 1965 eran de alrededor de 300,000 ha, distribuidas de la manera siguiente (Keogh, 1979): Africa del Oeste, 18,600 hectáreas; Africa del Este, 800 hectáreas; el Sur de Asia, 219,300 hectáreas; el Este y Sudeste de Asia, 40,800 hectáreas; Latinoamérica, 7,700 hectáreas; y el Cercano Oriente, 8,200 hectáreas. En México, la superficie plantada de Teca es de alrededor de las 9, 000 Ha, representando el 9%n de la superficie plantada en el país hasta 2008.

III. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

3.1. CLIMA

La teca tolera una gran variedad de climas pero crece mejor en condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes (Kadambi, 1972). Gran parte del área de distribución natural de la teca se caracteriza por climas de tipo monzón, con una precipitación de entre 1300 y 2500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses (Salazar y Waldemar, 1974). La precipitación óptima para la teca es entre 1500 a 2000 mm por año, aunque puede tolerar precipitaciones de 500 mm (Kadambi, 1972). La teca es natural de áreas secas, incluso bajo condiciones calientes y de sequía. Sin embargo, las condiciones de sequía prolongada en la India han provocado mortalidad excesiva de árboles y brotes de árboles talados.

La teca tolera grandes variaciones de temperatura, que varían entre 2 y 48 °C. En la India, la teca es un componente común en los bosques clasificados como muy secos, secos, semi-húmedos, húmedos y muy húmedos. La precipitación anual en estas áreas, respectivamente, varían entre menos de 900 mm, 900 a 1270 mm, 1270 a 1650 mm, 1650 a 2540 mm, hasta más de 2540 mm (Seth y Waheed, 1958) El clima óptimo para la teca, que se puede encontrar en la costa occidental de la India, posee una temperatura que varía entre 16 y 40 °C. La teca también se extiende a las áreas sujetas a heladas ligeras (Kadambi, 1972).

3.2. SUELO Y TOPOGRAFÍA

La teca crece en áreas entre el nivel del mar, como en Java, hasta una altitud de 1,200 m en el centro de la India. Su mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido (Salazar y Waldemar, 1974). Presenta limitaciones de crecimiento en suelos poco profundos, en suelos inundados y compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg (Chaves y Fonseca, 1991). La teca requiere de suelos fértiles para su crecimiento óptimo (Salazar y Waldemar, 1974), especialmente los suelos ricos en Ca y Mg.

IV. PRODUCCIÓN EN VIVERO

4.1. MANEJO DE ENVASES

En Agropecuaria Santa Genoveva, se utilizan tubetes de polietileno negro que se colocan en rejillas de polietileno, las cuales contienen 54 piezas. La dimensión del tubete es 5.5 cm diámetro superior, 4.5 cm diámetro inferior, altura de 16.5 cm y una capacidad de 310 cm3. Existe reciclado de tubetes devueltos por el supervisor de plantación, los cuales son lavados previamente al ser reutilizados.

4.2. Preparación del Sustrato

El sustrato se prepara a base de una mezcla de peat moss, vermiculita y agrolita, en una proporción de 50, 25 y 25%, respectivamente, más osmocote 17-7-12 (3.5 g/l) y esporas de hongos micorrícicos (0.15 g/l). Se mezcla

en una máquina de mezclado continuo con capacidad de 0.75 a 3m3. Una vez obtenido el sustrato deseado, se procede al llenado de los tubetes.

4.3. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Para estimular la germinación de la teca se debe realizar un tratamiento pregerminativo, uno de los cuales consiste en fisurar la testa del fruto de la teca dando un golpe seco sin llegar a romper los embriones, luego de ello se debe colocar los frutos en agua a temperatura ambiente en agua durante 8 a 12 horas y posteriormente se siembra en platabandas de germinación, bandejas multipost o bolsas. Para acelerar este proceso de germinación y concentrarlo en los 10 o 20 días posteriores a sembrar, las semillas se sumergen en agua corriente durante 24 horas y luego se secan al sol, tratamiento que se repite por dos semanas. En la compañía Agropecuaria Santa Genoveva, S.A. de C.V., el tratamiento previo a la siembra de semillas consiste en ciclos de remojo y secado durante 4 días. El remojo en agua es por 12 horas durante la noche y el secado al sol por 12 horas. Durante el día se riega con manguera cada 2 horas. Para el remojo se utiliza una proporción de 2 a 4 litros de agua por un litro de semilla.

4.4. SIEMBRA

La siembra de semillas se hace de forma manual. Se deposita una semilla de teca por tubete. Después de la siembra y hasta su germinación, las camas de germinación son cubiertas con acolchado plástico. Información obtenida en Proteak reporta que un Kg de semilla de Teca tiene aproximadamente 1000 semillas útiles. Si se realiza una plantación de 1100 plantas por hectárea, entonces se estaría requiriendo de un Kg de semilla por ha.

4.5. REPIQUE

Las semillas de Teca son poliembriónicas (4 embriones pos semilla), por lo que se pueden producir cuatro plántulas por tubete, las cuales se repicarán después de una semana de haber germinado la semilla, cuando tengan 1 cm de altura en promedio, o cuando tengan desarrolladas al menos las dos primeras hojas verdaderas.

4.6. ESTRATIFICACIÓN.

Posteriormente se estratifican las charolas al 100% con las plántulas que germinaron directamente y el repique. Es necesario separar las charolas de con semillas de germinación directa de las de repique, debido a que se puede presentar retraso en de crecimiento en las de repique.

4.7. CICLO DE PRODUCCIÓN

El ciclo de producción de Teca en vivero es de 16 semanas.

4.8. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Las plántulas son transportadas a esta etapa al inicio de la quinta semana del ciclo de producción permaneciendo hasta la octava semana. Las plántulas se colocan en un área bajo sombra ya que pueden sufrir quemaduras y retraso en crecimiento.

4.9. Aclimatación

Las plántulas se transfieren a esta área al inicio de la novena semana del ciclo de producción, y su permanencia será de cuatro semanas, hasta finales de la doceava. En el área de aclimatación las plántulas son expuestas al sol,

para que los tallos se lignifiquen (endurezcan) y, en general, para que se adapten poco a poco a las condiciones climáticas de la plantación en campo. El programa de aplicaciones de fertilizantes es rico en potasio y fósforo. Aquí se obtienen plantas más rígidas con mayor diámetro y número de hojas. En esta etapa también se cuenta con un programa para el control de plagas y enfermedades.
4.10 Estándares de calidad de planta

Antes de la entrega de las plántulas, se lleva a cabo un muestreo para determinar su calidad. Durante este procedimiento, se eliminan aquellas que no cumplen con las características deseadas. Son cuidadosamente acomodadas en remolques cubiertos con malla sombra o lona para su traslado a campo.

4.11 SALIDA AL CAMPO

Las plántulas son trasportadas para ser plantadas en campo. Para garantizar la buena calidad de entrega, se mantiene una continua comunicación entre los encargados del vivero y los responsables de las plantaciones a efecto de definir las características físicas en las plántulas que ayuden a mejorar su adaptación y sobrevivencia dependiendo de las características del lote en donde van a ser plantadas. Esto permite realizar ajustes en las prácticas de manejo finales para satisfacer esas exigencias. La responsabilidad de los viveristas termina al momento de entregar el material plantable a los encargados de la plantación. Los cuales se aseguran de que las plántulas tengan las condiciones requeridas (características físicas).

V. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

5.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En la preparación del terreno, en Agropecuaria Santa Genoveva y en PROPLANSE se hace de manera mecanizada. Se utilizan tractores agrícolas con rastra pesada y semi-pesada, arado y chapeadoras cuando es necesario. Se subsolea generalmente a 50 cm.

Una vez realizado el trazado de líneas, se hace el bordeo. Esta actividad consiste en el levantamiento del suelo a una determinada altura con la finalidad de prevenir de que la planta no muera en caso de saturación de suelo por humedad. Esta labor se lleva a cabo con borderos operados por tractores 5715. Se le da dos levantamientos, para que al establecer la planta encuentre las condiciones necesarias para su sobre vivencia.
Posterior al bordeo, procede el encamado, que consiste en dar forma al bordo, es decir quitar la cresta que se forma cuando se levanta el suelo con el bordero. La encamadora es un implemento agrícola que se utiliza para dar forma a los bordos, es operado por un tractor 7500, y consta de dos encamadoras una en cada extremo.
Una vez terminada la labor de la encamadora, se aplica herbicida preemergente, para lo cual se dispone de equipo adecuado: un tractor 5715 y una bomba de 800 litros marca Swimex con aguilones. El fin es de preever la germinación de la maleza, que pueda competir con la planta que se pretende establecer en el área.

5.2 DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

Teca es una especie propia para plantaciones puras, a campo abierto y a plena luz. Las distancias mas aconsejables son de 2.5 x 2.5 m para una densidad de 1,600 árboles por ha. También se pueden plantar 3 x 3 m con una densidad inicial de 1,100 árboles por ha, cuando la plantación se establece para la producción de aserrío. En una plantación comercial se proyecta dejar entre 300 y 400 árboles por hectárea para la cosecha final en el año

veinte, las cuales serán destinadas a la producción de madera para ebanistería fina y enchapados. Agropecuaria Santa Genoveva está ensayando densidades de 800 árboles por hectárea.

5.3. MÉTODO DE PLANTACIÓN

La metodología de plantación en Agropecuaria Santa Genoveva consiste primeramente en un marcado de líneas de plantación para mantener las distancias entre hileras. Primero se apoya con la brigada topográfica para marcar las líneas bases en un marco de 4 por 2m, actualmente el marco es de 3.5 por 3.5m. Posteriormente se cultiva al suelo que consiste en abrir una hendidura en el suelo con una cuña cilíndrica, en donde será colocada la plántula. La manipulación de las plantas por parte de los plantadores depende del tipo de planta que se va a utilizar. La forma adecuada es que se debe tomar del cuello y colocar en el fondo de la cavidad. En la acción de poner la planta se debe evitar la inclinación excesiva de la columna vertical, para ello la bandeja de la planta debe estar al alcance del operario y el movimiento debe realizarse con flexión de rodillas.

Una vez que se ha depositado la planta en su cavidad, el plantador debe desplazarse para volver a realizar esta actividad de plantación; la distancia de estos desplazamientos depende de la densidad de plantación. Para efectos de estudio de tiempo, esta faena se divide en actividades tales como: 1. Cultivo de la tierra, 2. Manipulación de la plantas, 3. Desplazamiento de las plantas, 4. Abastecimiento de las plantas, 5.Colocación de jalones (Guías) y 6. Cambio de hilera.

5.4. FERTILIZACIÓN

Técnicamente esta actividad se debe realizar en función del análisis del suelo. La aplicación del fertilizante debe realizarse 20 a 30 días después de haber supervisado la plantación en campo y determinando que el porcentaje de supervivencia de las plantas se mayor al 90%. Se debe hacer en forma de corona o semicorona de acuerdo con el grado de pendiente del terreno a una distancia no inferior a 10 cm del cuello del árbol. En Santa Genoveva se realizan tres aplicaciones del fertilizante MAP (Fórmula: 11-52-00) y Urea (Formula: 46-00-00), con dosis que varían de acuerdo con la edad y ubicación de la plantación. En promedio se aplican 45 kg/ha de fertilizante por aplicación. Esta aplicación se realiza a través del sistema de riego (fertirrigación).

5.5. REPLANTACIÓN

En toda actividad de plantación se recomienda realizar una reposición del material que por condiciones ambientales o manipulación inadecuada se pueda morir. Esta actividad se puede realizar a los 15 o 20 días después de haber establecido la plantación, si las condiciones ambientales lo permitan, con el objetivo de mantener lo más homogéneo posible el material de la plantación.

VI. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

6.1 TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS.

6.1.1 LIMPIAS

Durante los tres primeros años se recomienda la eliminación de vegetación indeseable, ya que es una especie susceptible a la competencia con malezas. De manera especial, se debe tener en cuenta que en los seis primeros meses de crecimiento de las plántulas se les imposibilita competir con las malezas, siendo un periodo crítico.

Por lo dicho en el primer año se deben realizar 4 a 5 limpias manuales en la línea de los árboles para evitar la competencia fuerte y agresiva de las malezas. Esta actividad se debe combinar con limpias mecánicas con rastrillo o cortamalezas y dos limpias químicas, cerca de la línea de los árboles en un ancho de 1 m con el objetivo de disminuir la competencia por agua y nutrientes y aumentar el crecimiento de los árboles sembrados.
Se recomienda el segundo año por lo menos realizar cuatro limpias manuales, dos químicas y en áreas mecanizables por lo menos dos controles. El tercer año se recomienda hacer dos limpias manuales y una química. De igual forma se debe realizar la liberación de bejucos, evitando que enreden en los árboles y lleguen a la yema apical.
El control de malezas se realiza tanto en forma manual como mecánica y química. Para el control químico se aplican de los siguientes herbicidas: Faena cuyo ingrediente activo es Glifosato como preemergente y Finale cuyo ingrediente activo es Glufosinato de amonio. El control mecánico consiste en eliminar la maleza de las calles con tractor agrícola y rotocultor, chapeadora, motoguadaña y rastra de levante se aplica exclusivamente en las plantaciones establecidas en terrenos planos. Finalmente, el control manual, e realiza alrededor de cada planta. Estas labores continúan de acuerdo al desarrollo de la maleza.

6.1.2 REFERTILIZACIÓN

Generalmente se realiza un año después de la primera fertilizacion de la plantación y se recomienda una aplicación de elementos mayores y menores en determinadas concentraciones o dosificaciones de acuerdo con los resultados del análisis de suelo y foliares sobre la base de estudios y comportamiento de la especie en el área del proyecto.

6.1.3. PODAS

El objetivo fundamental de la poda es obtener madera de buena calidad. Esta práctica silvícola mejora la calidad de la masa forestal remanente, al producir fustes rectos, cilíndricos y exentos de madera de reacción. Ayuda a controlar sus dimensiones, facilita el acceso a las plantaciones, reduce el peligro y efectos de incendios, facilita y reduce los costos de posteriores labores silvícolas. Por ello es necesario proyectar la poda forestal en tiempo y forma, y definir cuándo y cómo intervenir la masa forestal para optimizar la reducción temporal de la tasa de crecimiento en función de la ganancia en calidad y rendimiento industrial de la misma.

En Agropecuaria Santa Genoveva, las podas se clasifican de la siguiente manera:

Primera poda	(de 0 a 2 metros)
Segunda poda	(de 2 a 4 metros)
Tercera poda	(de 4 a 6 metros)
Cuarta poda	(de 6 metros y más)

La clasificación de las podas es la siguiente:

Poda de selección. Es la práctica silvícola que consiste en la eliminación de rebrotes en un árbol plantado. En árboles de teca sin desahijar, la producción de madera se reduce en calidad y cantidad, pues tendrán varios troncos mal formados y poco desarrollados.
Poda baja. Esta poda se realiza después del primer año y hasta el segundo. Se programan tres intervenciones, una poda cada cuatro meses. En la primera se utilizan tijeras en virtud de los diámetros pequeños. En las dos siguientes se utilizan serrotes de poda.

Poda media. Esta práctica se considera entre el segundo y tercer año de plantación, para lo cual se programan 2 intervenciones, una antes y otra después del primer aclareo sanitario. Es importante podar antes de que las ramas inferiores comiencen a morir, para evitar la formación de nudos muertos. La segunda poda es inmediatamente después del primer aclareo al 50% y se podan todos los árboles presentes con el fin de obtener un producto de mejor calidad durante el segundo raleo.

Poda alta. Esta poda se tiene contemplada a principios del cuarto año, cuando los árboles hayan alcanzado una altura entre 12 y 14 metros. Actualmente no se tiene experiencia en esta labor.

Las herramientas utilizadas en las podas deben efectuar un corte neto y limpio, independientemente de la especie a podar. Las herramientas que se utilizan comúnmente en esta empresa son; tijera podadora, serrotes de poda, cuchilla podadora y motosierra telescópica. Las tres últimas pueden colocarse en una extensión para podar ramas altas. Las herramientas de poda se guardan en el almacén forestal.

6.1.4. ACLAREOS

Los aclareos son cortas intermedias que redistribuyen el crecimiento en los árboles que quedan en pie. En plantaciones donde se desea producir madera para aserrío, es necesario que los árboles alcancen diámetros grandes, por lo que si no se realiza el aclareo en la plantación, la producción de madera para aserrío será limitada teniendo árboles muy delgados.

En plantaciones densas, las copas de los árboles son cada vez más pequeñas. Una vez que las ramas de un árbol chocan con las ramas vecinas, el árbol no puede extender más su copa hacia los lados. En las plantaciones forestales muchos árboles presentan defectos tales como: ejes dobles (bifurcaciones), ejes torcidos, plagas y enfermedades. Es importante eliminar estos árboles para que los de buena calidad, puedan desarrollarse en mejores condiciones y obtener una mejor producción de madera para aserrío. Los árboles a eliminar por orden de prioridad son los siguientes: enfermos, suprimido, torcidos, quebrado, bifurcado, sinuoso hacia la copa.

El número apropiado de aclareos depende del objetivo final de la plantación y del mercado para productos provenientes de los aclareos. En Agropecuaria Santa Genoveva se estimó que habrá cuatro aclareos el 1° a los 2 años cuando la plantación alcance los 7-8 m de altura, el 2do a los 3 años o altura en promedio de 10 m y será al 50% de la densidad inicial, el 3er y 4to se estima actualmente en el año 8 y 12 o 13, respectivamente. La intensidad del aclareo se estimará considerando el área basal.

Intensidad de aclareos. En el sureste Mexicano, se considera que si la plantación se estableció a un distanciamiento de 4 x 2 (1,250 árboles /ha.), se recomienda aclarear al 50 % de los árboles, cuando la plantación alcance de 6 a 8 m de altura. Las razones para realizar el aclareo temprano, se refieren fundamentalmente a que es más fácil cortar los árboles cuando están pequeños. En muchos casos, el primer aclareo no será comercial, por lo que hay que minimizar su costo. Además, no tiene sentido atrasar el aclareo de árboles de mala forma y de crecimiento pobre. Por otro lado, un retardo en el aclareo se traduce en una fuerte competencia, que favorece la formación de árboles altos pero con copas y diámetros pequeños. En general, a través de la aplicación de aclareos ejecutados a tiempo, le tendrá una plantación más vigorosa, estable y productiva.

En experiencias internacionales, se efectúan dos aclareos durante el turno de la especie. El primero se realiza

alrededor del 5° año de edad, cuando se expresa la dominancia en un 50% aproximadamente. Posteriormente se realiza la poda de formación con una intensidad del 25% de acuerdo con el índice de ocupación del rodal, conservando un área basal referencial de 30 m2/ha. El segundo aclareo se realiza en el año 11 con una intensidad del 50% de árboles remanentes y se toma como referencia el área basal permanente, la cual se llevará hasta 30 m2/ha. La teca es una especie que exige mucha luz por lo cual el aclareo temprano y regular es necesario (Chaves y Fonseca 1991).

6.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

La teca es atacada principalmente por defoliadores lepidópteros. También es atacada por Plagiohammus spinipennis, que en su estado de larva ataca el fuste, en donde sus primeras etapas larvares se alimentan de la zona del cambium, obstaculizando el flujo de nutrientes y hormonas. En consecuencia, el tallo se abulta o inflama en el punto del ataque haciendo que aparezcan yemas debajo de allí. El ataque al xilema no sólo deteriora la calidad de la madera sino también crea un punto débil por donde el árbol se quiebra eventualmente, haciendo que se bifurque. El daño se presenta en árboles que tienen 2cm de diámetro hasta edades avanzadas, observándose abultamientos en alturas que varían entre 0.5-15 m. El daño parece ser mayor durante los tres primeros años, cuando el árbol alcanza alturas que varias entre 3 a 5 m. Adicionalmente, según los estudios, la incidencia de ataques a las plantaciones de teca es mayor en áreas húmedas y de abundante maleza (Ford, 1981).

La teca es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos. Los ataques registrados en bosques naturales, plantación o madera en uso, han sido de poca importancia. La madera es dañada por el barrenador del tallo Xyleutes ceramicus, el cual perfora conductos verticales del tamaño de un dedo de diámetro. Esto puede conducir a considerables pérdidas en el valor de la madera. Para el caso de la madera joven esta no dura más de cinco años si está en contacto con el suelo, dado que la albura es susceptible al ataque de hongos, iniciándose el ataque después del primer año de instalada. La causa probable de la pudrición de las raíces es el hongo Helicobasidium compactum, considerado como agente patógeno primario. En la copa de los árboles se localizan especies hemiparasitas del genero Loranthus.

6.3 INCENDIOS

Aun cuando la teca es una especie considerada resistente al fuego, los incendios pueden causarle daños de consideración en aquellas zonas del trópico subhúmedo donde se presentan de 4 a 6 meses secos. Para disminuir las posibilidades de incendios forestales se debe realizar el manejo silvícola indicado para esta especie, complementando con la construcción de calles o barreras cortafuego que en un futuro servirán de vías de extracción forestal.

6.4 CRECIMIENTO

Existen diferencias marcadas en cuanto a crecimiento, como consecuencia de las diversas calidades de sitio, edad, densidad de la plantación, manejo y procedencia. En general los reportes de crecimiento anual varían entre 10 y 25 m3 por año. En diferentes sitios de Centroamérica, en los primeros 30 años se reporta una producción de 6 a 15 m3 por hectárea por año, para sitios de mediana calidad en regiones aptas (Chaves y Fonseca, 1991). La Teca tiene un crecimiento inicial bastante rápido, pero este baja después de 8-10 m de altura en 2 años. En Colombia la Reforestadora de la costa ha reportado crecimientos de 10 y 12 m en 19 meses. Después de esa edad el crecimiento de la especie es lento. Una producción entre 12 y 15 m3/ha/año es común durante los primeros 15 y 20 años. En forma general el incremento anual de la teca, en sitios promedios, puede variar entre 10 y 15

m3/ha/año y su turno más rentable entre los 20 y 30 años (Falla, 1974). En Costa Rica, plantaciones de Teca de 5 años presentan un incremento anual en altura de 2.62 m a 3 m, y a los nueve años, entre 1.83 m a 2.24 m. Las diferencias son marcadas entre sitios, debido principalmente a la cantidad de calcio, capacidad de intercambio catiónico, profundidad y textura del suelo (Chaves y Fonseca, 1991).

VII. APROVECHAMIENTO DE LA PLANTACIÓN

7.1 ORDENAMIENTO DEL APROVECHAMIENTO

Se realizan aprovechamientos en lotes cuyas edades pasan de los 20 años, utilizando el número final de árboles por hectárea el cual se puede establecer entre 300 y 400 árboles/ha.

7.2 DERRIBO, DESRAME Y TROCEO

Se recomienda realizar el derribo con motosierra, empleando una línea perpendicular a la línea de extracción. El desrame se realiza a ras del fuste. La madera para aserrío se dimensiona entre 2.50 y 3.00 m. También se pueden obtener secciones de fuste de mayor longitud de acuerdo con los requerimientos de materia prima en función de los productos o subproductos a obtener.

7.3 TRANSPORTE

Se realiza un transporte menor cuando las pendientes son inferiores a 15% se recomienda utilizar un sistema de extracción de la madera de tipo mecánico, utilizando tractores agrícolas, y luego el transporte en volquetas o remolques hasta el punto de acopio. En el caso de pendientes superiores al 15% e inferiores al 30% el sistema de extracción se realizara por cables aéreos.

El transporte mayor comprende del punto de acopio hasta el sitio de transformación, si las condiciones lo permiten puede ser fluvial, lo que implica una disminución de costos y fletes. En el caso que sea por carretera, se pueden utilizar volquetas, camiones sencillos, doble tracción o tracto mulas.

VIII. PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DE LA MADERA

8.1. FÍSICAS

Peso y dureza. Es una madera moderadamente pesada, relativamente blanda (climas húmedos) a moderadamente dura (clima subhúmedo). El peso de la teca depende de las plantaciones de las cuales provenga. La gravedad especifica de la madera seca al aire libre en promedio es de 0.64, basada en peso y volumen de acuerdo a las condiciones. Algunos estudios han disipado la creencia de que la teca proveniente de plantaciones es de menor densidad que la de los bosque naturales. Cabe mencionar que el peso de la teca es similar al del arce dulce de los Estados Unidos y ligeramente inferior al del roble blanco.
Densidad. Básica: de 0.55 a 0.80 g/cm3 (promedio=0.64 g/cm3). Seca al 12%: 0.6 g/cm3.

Durabilidad. La teca está reconocida como una madera de excelente durabilidad frente a afecciones como la pudrición, las termitas y los taladradores marinos. Algunas pruebas controladas de madera provenientes de plantaciones señalaron que la madera resulta moderadamente durable a ataques fungosos y susceptibles a las termitas subterráneas. La teca cultivada tiene características excelentes de resistencia a la intemperie. La

madera sin pintura permanece prácticamente exenta de alabeo y de rajaduras aun cuando se exponga a extremas condiciones climatológicas. El duramen es muy resistente al ataque de termitas de la madera seca, pero la albura es susceptible al ataque y no es durable.

Trabajabilidad. Es una madera fácil de trabajar aunque a veces se dificulta por la presencia de sílice, sin embargo se obtienen superficies pulidas. El cepillado, moldeado, taladrado, escoplado y las resistencias a las rasgaduras por tornillo son satisfactorias el torneo es excelente y de fácil lijado.

Estabilidad dimensional. Es muy estable frente a las fluctuaciones de humedad y temperatura.

Secado. Se seca al aire libre con rapidez y los defectos de este proceso son menores. Una vez seca no se tuerce, no es agrieta, no se altera.
La teca por tratarse de una madera muy resistente (por su alto contenido de sílice) y elástica es apta para el hendido, aserrado, cepillado, moldurado y clavado. En contacto con el hierro no se altera ni altera a este (el aceite de la madera impide oxidación de clavos y tornillos).

La teca tiene buenas propiedades de resistencia. La madera verde, de acuerdo con el laboratorio de investigaciones de productos forestales de los Estados Unidos, es igual al roble blanco en dureza y resistencia al impacto de cargas y excede la de dicha madera en 30 a 40% en rigidez y resistencia a la flexión.

8.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

Color y veteado. El duramen es de color amarillo dorado en los árboles recién cortados que se torna castaño dorado u oliva. Veteado en arcos superpuestos con franjes oscuras producidas por anillos de crecimiento. La albura es blanquecina o amarillo crema, en algunos árboles castaño claro.

Olor. El aceite aromático que contiene esta madera le da un olor peculiar y la vuelve untuosa al tacto. El olor de la madera fresca es parecido al del cuero.

Sabor. Ligeramente amargo a amargo.

Brillo. De mediano a lustroso.

Textura. Fina, algo áspera y uniforme.

IX. USOS DE LA ESPECIE

9.1. MADERABLES

Es una materia prima muy apreciada por la industria de chapas decorativas, madera terciada y aserrada (tablas, tablones, etc.).

Se usa para cubiertas de barcos para alternar la sequedad y humedad. Es ideal en mueblería fina, ebanistería, artesanía de esculturas y tornería. También se utiliza en decorados interiores de lujo, pisos y toda clase de obras que requieren exhibir la belleza de la madera. También se usa para postes y en áreas naturales se produce para leña y carbón.

9.2. NO MADERABLES.

El tinte rojizo que producen las hojas se emplea para teñir seda y algodón. En algunos lugares se extrae el aceite de la madera para usos medicinales. Las flores tienen propiedades diuréticas y la madera es sudorífica.

9.3 OTROS USOS

Usos ornamentales, para repoblación forestal, en programas técnicos como barrera viva, control de erosión, conservación de suelos y estabilización de taludes. Como combustible, como especie mejoradora del suelo, además para utensilios de casa y mangos de herramientas.

X. LITERATURA CITADA

Beard, J.S. 1943. The importance of race in teak, Tectona grandis. Caribbean Forester. 4(3): 135-139.

Chaves, E. y W. Fonseca. 1991. Teca (Tectona grandis L.f.), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico 179. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 47 p.

Falla, A. 1974. Estudio para el establecimiento de plantaciones forestales en el departamento de Tiolima. 146p.

Ford, L.B. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. CATIE. Serie Tecnica. Informe tecnico. No. 7. 53p.

Gajaseni, J. y J. Carl F. 1990. Decline of teak yield in northern Thailand: effects of selective logging on forest structure. Biotrópica. 22(2): 114-118.

Kadambi, K. 1972. Silviculture and management of teak. Bull. 24. Nacogdoches, TX: Stephen F. Austin State University, School of Forestry. 137 p.

Keogh, R. M. 1979. Does teak have a future in tropical America? Unasylva. 31(126): 13-19.

Pandey, D. and C. Brown. 2000. Teak: A global overview. Unasylva 51: 3–13.

Ryan, P.A. 1982. The management of Burmese teak forests. Commonwealth Forestry Review. 61(2): 115-120.

Salazar F., R. y A. Waldemar. 1974. Requerimientos edaficios y climaticos para Teutona grandis. Turrialba. 24(1): 66-71.

Seth, S.K. y Waheed K. M.A. 1958. Regeneration of teak forests. Indian Forester. 84(8): 455-466.

Vaclav, E. y Skoupy, J. 1972. Growing of teak (Tectona grandis L. f.) in Bangladesh. Silvaecultura Tropica et Subtropica (Checoslovaquia). 2: 11-28.

ANEXO III. 4

PAQUETE TECNOLÓGICO
Cedrela odorata L.
CEDRO

I. INTRODUCCIÓN

Cedrela odorata es una especie forestal característica de las regiones tropicales, se conoce comúnmente como cedro o cedro rojo. Su importancia radica en que se considera una madera preciosa lo cual por mucho tiempo la ha colocado como una de las especies forestales más importantes a nivel nacional. Al considerarse una madera preciosa que se adaptó a las regiones tropicales del país, se le dio la proyección para ser parte vitalicia de la industria forestal y de las plantaciones forestales.
Su importancia económica radica en que es una madera de alto valor comercial siendo utilizada para muebles de calidad, al igual que la caoba son pilares de la producción forestal en México.
Se le considera una especie heliófila (demanda gran cantidad de luz solar para su desarrollo), es fácil de trabajar debido a la estructura misma de la madera utilizada para la fabricación de muebles, tiene un olor o fragancia característica, después de ser pulida la madera consigue un veteado interesante y además es resistente a las pudriciones en la madera y a las termitas.
A nivel de bosque natural su superficie se ha venido afectando a través de los años, debido a la tala inmoderada de la cual ha sido presa vulnerable debido a las características antes mencionadas.

II. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

2.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA (USDA, NRCS, 2009)

Reino	*Plantae*
Subreino	*Tracheobionta*
Superdivision	*Spermatophyta*
División	*Magnoliophyta*
Clase	*Magnoliopsida*
Subclase	*Rosidae*
Orden	*Sapindales*
Familia	*Meliaceae*
Genero	*Cedrela* P. Br.
Especie	*Cedrela odorata* L.

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Esta especie pertenece a la familia Meliaceae, es un árbol monoico que en condiciones naturales, puede medir hasta 35 m de altura y de 1.5 a 2.0 m de diámetro normal, con un tronco derecho o poco ramificado y con pequeños contrafuertes en la base, su copa es redondeada y densa, de ramas ascendentes y gruesas; las hojas se encuentran dispuestas en espiral, paripinadas o imparipinadas; las flores son masculinas y femeninas en la misma

inflorescencia que es una panícula terminal de 15 a 30 centímetros de longitud, son finamente pubescentes, actinomórficas, ligeramente perfumadas y dependiendo de la región florecen de marzo a agosto; asimismo, elimina las hojas cuando han madurado totalmente los frutos de la temporada anterior, los cuales son capsulas de 2.5 a 5 cm de longitud, cuatro a cinco valvadas, elipsoides u oblongas, de color verde a café obscuro, glabras y con aroma similar al ajo (Pennington y Sarukhan, 1968; Rosero, 1976; Marroquín y Barrosa,1992).

2.3 Origen y distribución geográfica

Para Burns y Honkala (1990) el cedro es un árbol del Neotrópico, encontrándose en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas, desde la latitud 26° N. en la costa pacífica de México, a través de la América Central y las Indias Occidentales, hasta las tierras bajas y el pie de los cerros de la mayoría de la América del Sur hasta una elevación de 1,200 m, con su límite sureño alrededor de la latitud 28° S en Argentina.

En México hasta 2008 se tenía una superficie plantada de 20,705 Ha, distribuidas en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, S. L. P., Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán. El estado de Veracruz y Campeche representan el 51% de la superficie plantada a nivel nacional de Cedrela odorata.

III. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

3.1 CLIMA

El cedro es una especie generalista en cuanto al clima, encontrándose sobre una vasta distribución geográfica de fajas latitudinales cálidas, desde el bosque subtropical seco (en la parte transicional húmeda) en México y en parte de las Indias Occidentales, a través del bosque subtropical húmedo hasta el bosque subtropical muy húmedo en las Indias Occidentales y la América Central, hasta las zonas de vida tropical húmeda y muy húmeda y tropical premontana húmeda y muy húmeda en la región ecuatorial (Burns y Honkala, 1990).

3.2 Suelo y topografía

De acuerdo a Melchor y Barrosa (1992) el suelo del sitio de plantación debe reunir las características del área de distribución natural de dicha especies, es decir, debe ser de origen calcáreo, menos frecuente en arcillas, de mediana a buena fertilidad, sobre todo con buen drenaje, no tolera sitios pantanosos o con drenaje deficiente; se asocia a suelos de rendzina y vertisol pélico. El cedro puede crecer bien casi en cualquier condición de topografía, ya que se ha observado desarrollándose en terrenos con pendientes de 10 a 20% y prosperan entren 0 y 1,000 m.s.n.m.

IV. PRODUCCIÓN EN VIVERO

Para la producción de planta en vivero se recomienda en primera instancia la desinfección de los sustratos para evitar el ataque de Damping off, que es considerada como uno de los problemas principales en la producción de planta en vivero.

La germinación de las semillas se realiza en almácigos cuya longitud varía en función de la cantidad de planta a producir y del área disponible en el vivero; sin embrago, para el ancho y la altura se recomienda 1x0.30 m, respectivamente (Melchor y Barrosa, 1992).

Melchor y Barrosa (1992) mencionan que cuando la planta tenga entre 5 y 10 cm de altura se trasplanta a envases de polietileno negro, cuyas dimensiones recomendadas son de 18 x 30 cm de diámetro y altura respectivamente.

Para el caso de producción a raíz desnuda la planta se deja desarrollar en el almacigo, realizando aclareos continuos para así dejar solo las plántulas vigorosas, con mejor crecimiento y buena sanidad, tenga una altura entre 60 y 80 cm (Melchor y Barrosa, 1992).

V. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

5.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

De acuerdo a Melchor y Barrosa (1992) la preparación del terreno para plantaciones con objetivos comerciales se debe elegir los mejores terrenos (planos y fértiles) y pueden prepararse con maquinaria, que incluya un barbecho y rastreo cruzado, con el propósito de proporcionar una buena aireación y descompactación del suelo.

5.2. MÉTODOS DE PLANTACIÓN

Cuando la condición del terreno es relativamente plana, la plantación puede realizarse en marco real. Si el terreno tiene 10% o más de pendiente, es recomendable trazar hileras en contorno o curvas de nivel, con el propósito de disminuir los riesgos de erosión del suelo, aquí la plantación deberá efectuarse a tresbolillo, para amortiguar los escurrimientos de agua (Melchor y Barrosa, 1992).

5.3. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

Preferentemente la plantación se debe establecer al inicio de la temporada de lluvias.

5.4 Densidad de la plantación

El espaciamiento optimo para obtener madera aserrada o chapa es de 2x3 m ó 3x3 m. (1667 y 1111 plantas por hectárea respectivamente) (INIFAP, 1999).

5.5 FERTILIZACIÓN

La época de fertilización deberá ser a los 30 días después de la plantación. Las dosis más comunes y con mejores resultados varían de 100 a 150 gramos por planta de N, P, K en dos aplicaciones y las formulaciones más utilizadas son: 17-17-17, 10-34-6, 10-28-6, 5-30-10, 10-30-10 y 5-30-10 (INIFAP, 1999).

5.6 REPLANTACIÓN

Esta actividad es recomendada para realizarla en las plantaciones, primero obteniendo una tasa de mortalidad y con ella establecer el número de árboles a reponer debido a las fallas que estos hayan tenido, es recomendable utilizar la planta de 10 meses.

VI. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

6.1 TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

Debido a que los nudos en la madera componen uno de los desperfectos más comunes en la madera, por esto mismo dentro de los tratamientos silviculturales están las podas como actividades necesarias, así como los aclareos.

Como lo menciona Melchor y Barrosa (1992) en el caso de las podas se recomienda realizar las de formación del fuste, eliminando tallos dobles, dejando solo el mejor conformado y vigorosos, así como las ramas bajas, dejando solo un tercio de la copa inicial.

De acuerdo a INIFAP (1999) la poda debe iniciarse alrededor de los 12 a 18 meses de edad, cuando las ramas más bajas comienzan a morir, y la población comienza a cerrar el dosel de las copas.
Los aclareos al considerarse la remoción selectiva de individuos para diversos fines, tales como: favorecer un adecuado crecimiento y desarrollo de los árboles, incrementando de este modo los rendimientos en volumen por hectárea debido a que de manera externa en los arboles se minimiza la competencia entre especies, facilita las labores de manejo y la posterior extracción.
Melchor y Barrosa (1992) sugieren aclareos iniciales a los cinco años de edad y posteriormente es posible realizar otro aclareo, extrayendo uno de cada dos árboles considerando los de menor desarrollo y vigor.

6.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

A nivel de plantaciones una de las principales plagas es el barrenador Hypsipyla grandella que ataca los meristemos de los vástagos y los atrofias lo que al paso del tiempo demerita la calidad de los árboles porque se induce la emisión de brotes ramificados. Se presenta en edades tempranas y es fácil de reconocer debido a que se presentan aglutinaciones o grumos de aserrín.
De acuerdo a INIFAP, (1999) el ataque de las larvas en los arboles además de debilitarlos pude ocasionar su muerte, debido a que abre los vasos leñosos y liberianos. Además, de que las galerías dentro del tronco dañan la madera, y también debilitan el sostén del árbol, por lo que los vientos pueden quebrarlos con facilidad.
De acuerdo a Melchor y Barrosa (1992) la plaga ataca plantas no mayores de 2 a 2.5 m de altura, la cual alcanzan entre los dos y los tres años de edad, por lo que el barrenador deberá controlarse desde el establecimiento de la plantación hasta que la planta supere la altura indicada anteriormente.
Una forma de atacar el problema es la aplicación de insecticidas sistémicos en la base del tallo, aunque lo más conveniente es aplicar los productos de manera preventiva y no correctiva.

6.3. Malezas

El control de malezas puede ser total o parcial; en el primer caso, se sugiere hacerlo cuando se vaya a intercalar un cultivo agrícola en la plantación y debe realizarse de acuerdo a los requerimientos del cultivo; en el segundo caso, se sugiere hacerlo en forma de cajeteado, es decir eliminar la maleza alrededor de la planta considerando aproximadamente un metro a la redonda de la misma y con dos limpias al año, y tres en lugares muy lluviosos (Melchor y Barrosa, 1992).

VII. APROVECHAMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Cosecha

La cosecha puede ser a los 20 años, si se busca madera para aserrío; pueden realizarse aclareos a los 6, 10 y 14 años para obtener productos de cortas dimensiones como molduras y torneados y una corta al final, a los 20 años, con un volumen total promedio de 360 m3 /Ha, según la calidad del sitio (INIFAP, 1999).

VIII. CARACTERISTICAS DE LA MADERA

Las características de la madera de cada especie las hacen únicas, de esto depende el fin comercial de la plantación, así como el proceso cosecha y postcosecha. De aquí que en el caso de Cedrela odorata, las características que presenta su madera son expuestas a continuación:
Tiene una densidad de 0.42 gr / cm3, es de fácil aserrío y fácil trabajabilidad con herramientas manuales o máquinas, se comporta bien al cepillado, lijado y encolado, así como también al uso de tornillos; de buen

acabado, pero pueden ocurrir exudaciones de goma después de secado, las que constituyen un serio defecto. El cedro se considera una especie de fácil secado, tanto al aire como al horno y al secado natural en promedio demora 75 días para disminuir del 30-14% de contenido de humedad; el cedro se considera una especie de alta durabilidad natural a la
pudrición blanca, marrón y resistente al ataque de termitas (http://www.arquitectuba.com.ar/monografias-de-arquitectura/caracteristicas-de-la-madera/).
La madera con albura de color amarillo pálido (2.5Y 8/4) a amarillo (10 YR 7/6) y duramen castaño rojizo claro (5YR 6/4) a rojo amarillento (5 YR 5/6); transición abrupta entre albura y duramen, olor penetrante, aromático, sabor amargo. Lustre alto a mediano, textura mediana, grano recto a entrecruzado y moderadamente dura y pesada (León, 2003).
Para el caso del color el duramen de la madera recién cortada tiene una coloración rosado a pardo rojizo oscuro, la albura es de color blancuzco a rosado claro; su brillo es medio con tendencia a elevado. El grano es generalmente recto, algunas veces entrecruzado, la textura es media, el veteado es de arcos superpuestos y líneas verticales no muy bien pronunciado y tiene un olor característico y sabor amargo (http://www.arquitectuba.com.ar/monografias-de-arquitectura/caracteristicas-de-la-madera/)

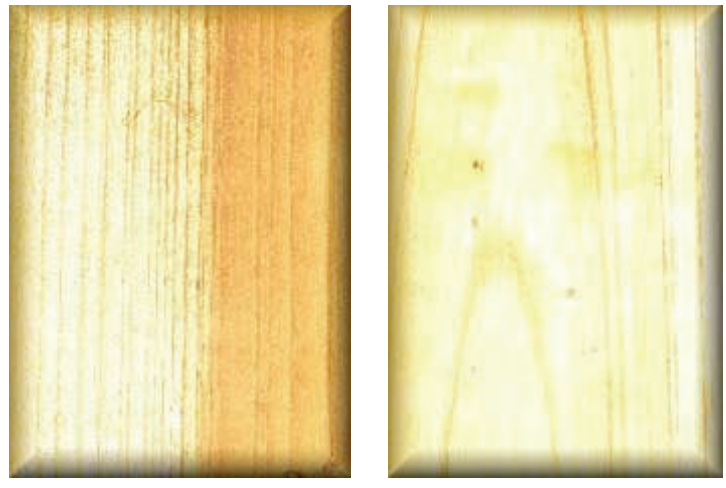


Figura. 2 Sección radial y tangencial de madera de Cedrela odorata

IX. USOS DE LA ESPECIE

9.1 MADERABLES

Es utilizada para la construcción en general, material de artesanías, artículos torneados y esculturales. La madera es blanda y fácil de trabajar, es preferida para hacer muebles finos, puertas y ventanas. Gabinetes, decoración de interior, carpintería en general, cajas de puros, cubiertas, y forros de embarcaciones, lambrín, parquet, triplay, chapa, ebanistería en general, postes, embalajes, aparatos de precisión (CONAFOR, 2009).
Los usos de el cedro son para obras de interiores y muebles, ebanistería, torneados, canoas, instrumentos musicales, laminados, persianas de madera, madera compensada y, en general, todos los usos en que se requiere una madera suave, liviana, resistente, de grano recto y fácil de trabajar (http://www.arquitectuba.com.ar/monografias-de-arquitectura/caracteristicas-de-la-madera/)

9.2. NO MADERABLES

Es un árbol frondoso por lo que un uso es la sombra y la decoración de casas. Es una especie melífera.
Se utiliza en la herbolaria o medicina tradicional, para problemas como desinterías, hemorragias, fiebres, diarreas, dolor de muelas, abortivo, etc. Como combustible, para cercos vivos, etc. Es asociado en sistemas agroforestales principalmente en plantaciones de café para dar sombra.

X. LITERATURA CITADA

Burns, R. M., and B.H. Honkala. 1990. Silvics of North America. Volume 2, Hardwoods Agriculture Handbook 654. USDA. Forest Service. pp: 250-257.

INIFAP.1999. 500 Tecnologías Llave en Mano. SAGAR-INIFAP. México, D.F. 152 p.

Marroquín, M. J. y T. C. Barrosa. 1992. Producción de planta y establecimiento de plantaciones de cedro rojo en el estado de Veracruz. SARH-INIFAP. Folleto Técnico Núm. 12. SARH, Veracruz, México. 28 p.

León, H. W. 2003. Maderas de Venezuela: Cedrela odorata [En línea]. Disponible en http://www.forest.ula.ve/ wleon/maderas..htm/Cedro.pdf. (Revisado el 11 de junio de 2009).

CONAFOR.2009 [En línea]. Disponible en http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas Cedrela%20odorata.pdf (Revisado el 10 de junio de 2009).

USDA, NRCS. 2009. The PLANTS Database [En línea]. Disponible en http://plants.usda.gov, (Revisado el 12 de Junio de 2009).

http://www.arquitectuba.com.ar/monografias-de-arquitectura/caracteristicas-de-la-madera/ [En línea]. (Revisado el 11 de junio de 2009).

ANEXO III.5

PAQUETE TECNOLÓGICO CAOBA (Swietenia macrophylla King)

I. INTRODUCCIÓN

La caoba (Swietenia macrophylla King) constituye una de los árboles más importantes, productores de las maderas más cotizadas a nivel mundial, y es una de las especies de mayor valor comercial no solo en México sino a nivel mundial debido a que produce una madera de cualidades excepcionales (SEFORVEN, 1991). Se le considera la especie maderable más valiosa de América. Se le conoce desde la época prehispánica como un árbol que crece de manera natural en nuestro país y es una de las más cotizadas por las cualidades de su madera. Estos atributos convierten a la caoba en un recurso altamente apreciado y codiciado. Su explotación ha dado paso a una tala excesiva e ilegal que con frecuencia deriva en diversos conflictos (CONAFOR, 2009).
Esta especie ha sido explotada intensamente desde tiempos de la colonia, al extremo que el establecimiento de la colonia inglesa en Belice tiene su razón de ser debido a esta especie, de tal manera que fueron los ingleses

los que iniciaron su explotación en el Norte de Guatemala, por ser una de las industrias más importantes de ese entonces que se ha remontado hasta los tiempos actuales; en el comercio se le conoce como "Honduras" Mahogany: Caoba de Honduras. A los arboles cuya madera permite obtener las más bellas figuras se les ha denominado vulgarmente como "Coralillo" (Aguilar y Aguilar, 1992).

Presenta madera duradera, fuerte, fácil de trabajar y de una belleza extraordinaria, está entre las maderas más codiciadas del mundo. Por sus características únicas, es una de las más comercializadas nacional e internacionalmente. Es una importante fuente de divisas para productores como Bolivia y Brasil y uno de los recursos naturales renovables más importantes de América Latina.

El estado actual de las poblaciones de Caoba es muy variable. Por ejemplo, ha sido casi eliminada de áreas accesibles de Honduras y Nicaragua, pero todavía se encuentra en áreas protegidas de Petén (Guatemala) y Belice. También existen grandes áreas de Caoba en Bolivia y Brasil.

Históricamente, y en gran medida todavía, la caoba ha sido aprovechada mediante el método selectivo, extrayendo los árboles más grandes y rectos. Por ser un pionero longevo, en caobales maduros casi no hay árboles jóvenes. Por lo tanto, la remoción de los árboles grandes se convierte en un sistema no sostenible. La fijación de tamaños mínimos de corte es a veces presentada como manejo sostenible; no obstante, lo único que hace es posponer unos años más la eliminación permanente de la especie del rodal.

En otros países las caobas (Swietenia spp.) han sido fuertemente explotadas y S. mahagoni presenta lo que es probablemente uno de los casos de erosión genética más notable en un árbol tropical. El mismo proceso de corta selectiva, que ha causado erosión genética en esta especie está ahora afectando las otras dos especies. Centro América, subsiste en forma de pequeñas poblaciones fragmentadas y su viabilidad dependerá del flujo adecuado de genes entre ellas (Navarro, 1999).

La regeneración natural de Caoba, al igual que las otras de su género, depende de la presencia de fuentes de semilla y condiciones aptas para la germinación y desarrollo posterior. Ambas condiciones podrían cumplirse mediante la implementación de un sistema parecido al TSS (Tropical Shelterwood System) utilizado en Trinidad. En este sistema, la regeneración se estimula dejando un dosel abierto de árboles semilleros, para así asegurar la fuente de semilla y a la vez la suficiente luz para permitir el desarrollo posterior de la regeneración. Posteriormente, por el alto valor de su madera, podría justificarse un manejo intensivo; uno de los objetivos es el aumento sensible en el número de árboles de la especie por hectárea, aunque no hasta tal punto que se den condiciones que provoquen los ataques fuertes de Hypsiphylla (CATIE, 1996).

Particularmente en México, se está aplicando tecnología para la producción de planta para el establecimiento de plantaciones forestales con caoba para productores de todos los estratos. Donde el área de distribución natural de la caoba, desde el nivel del mar hasta los 750 m de altitud, en áreas tropicales con precipitaciones que van desde los 1200 hasta 4000 mm anuales, en suelos de origen calizo o aluvial, estos últimos incluso con problemas ligeros de drenaje; en la península de Yucatán corresponden a los suelos Rendzinas, Luvisoles y Vertisoles, además de otros estados potencialmente productores de maderas preciosas: Chiapas, Puebla, Tabasco y Veracruz (INIFAP, Ficha Tecnológica).

II. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

2.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Nombre común: **Caoba**
Nombre científico: **Swetenia macrophylla King.**
Familia: **Meliaceae**

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El árbol es de gran tamaño, de 30 a 60 metros de altura con el fuste limpio, recto y ligeramente acanalado hasta los 25 metros de altura, los arboles adultos miden entre 75 a 350 cm a la altura del pecho (Aguilar y Aguilar, 1992). El tronco está en muchas ocasiones reforzado por estribos o crestas sobresalientes en la base.

Sus ramas, muy pocas por lo general, son gruesas ascendentes y algo torcidas, revestidas por un follaje medianamente denso, el cual forma una copa abierta y redondeada. Algunas de las ramas, sobre todo las principales, están muy bien formadas, es decir, tienen menos curvas y llegan a medir hasta 1 o 3 metros de alto y le sirven al árbol como contrafuertes (Herrera y Lanuza, 1996).

Corteza externa color café rojizo oscuro, gruesa, agrietada, ampliamente fisurada y con costillas escamosas, alargadas y profundas a lo largo del fuste. La corteza interna es de un color rosado rojizo hasta cafesáceo (Aguilar y Aguilar, 1992; Salas, 1993). Copa con diámetro de 14 m (González, 1991). Presenta ramitas gruesas de color castaño con muchos puntos levantados ó lenticelas (Salas, 1993).

Hojas alternas grandes, paripinnadas alternas de 20 a 40 cm de largo; pecioladas, portando de 6 a 12 foliolos delgados oblicuamente lanceolados por lo regular de 8 a 15 cm de largo y 2.5 a 7 cm de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base. Haz verde oscuro brillante, envés verde pálido (Aguilar y Aguilar, 1992; Salas, 1993).
Flores pequeñas, aromáticas, pentámeras (con 5 pétalos verde amarillentos ovados de 5 a 6 mm de largo) colocadas sobre panículas axilares de 10 a 20 cm de largo o más, glabras; cáliz 2 a 2.5 mm de largo, lóbulos cortos, redondeados; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados. La floración ocurre de febrero a abril. (SEFORVEN, 1991; Aguilar y Aguilar, 1992).
El fruto es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas y frágiles (Herrera y Lanuza, 1996). Son capsulas dehiscentes en forma de pera, leñosa y color marrón (SEFORVEN, 1991). Estos frutos maduran de noviembre a enero.

Las semillas son aladas, livianas, de 7.5 a 10.0 cm de largo por 2.0 a 3.0 cm de ancho, de color rojizo o marrón, de 40 a 60 semillas por fruto y sabor muy amargo (Herrera y Lanuza, 1996). Se obtienen de 1,300 a 2,000 semillas por kilogramo (SEFORVEN, 1991).

2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La familia Meliaceae se encuentra en América, Africa y Asia, e incluye cerca de 50 géneros y 1000 especies. En los neotrópicos se han descrito ocho géneros: Cabralea, Carapa, Cedrela, Guarea, Ruegea, Schmardea, Swietenia y Trichilia, con Swietenia y Cedrela como los más importantes desde el punto de vista forestal. Swietenia macrophylla crece naturalmente de México a Brasil. Se encuentra en Centro América en las zonas húmedas de Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica (Zona Atlántica Norte y zona Pacífica) y Panamá). Fue considerada como especie en peligro en un taller en 1996 (Matamoros, 1996), como lo fue además Swietenia humilis. Estas especies mostraron reducciones en el tamaño de la población de un 80 % en los últimos 50 años (Navarro, 1999).

La caoba es la especie del género que tiene el área de dispersión más extensa. Es una especie pionera longeva. Crece en tierras bajas tropicales, sin embargo, la caoba es un árbol que exige mucha luz, por lo que en bosques los ejemplares alcanzan siempre las mayores alturas sobre otras especies. Aunque es heliófita, es tolerante a la sombra leve, propiedad que le permite desarrollarse bajo la sombra de pioneros iniciales como Balsa (Ochroma pyramidale) y Guarumo (Cecropia spp.). Se encuentra en pequeñas manchas en el bosque, frecuentemente separadas (CATIE, 1996). En ocasiones forma conjuntos uniformes de estructuras homogéneas, los cuales se pueden encontrar, por ejemplo, en los bosques tropicales de Quintana Roo.

Se distribuye naturalmente del Sur de México, vertiente del Atlántico en América Central hasta el Valle del Amazonas de Brasil y el Perú. En Guatemala se encuentra distribuida en los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz, Izabal (Aguilar y Aguilar, 1992). Particularmente, en México puede ser localizada en las selvas altas siempre verdes de Veracruz, Puebla, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas y Oaxaca. Se desarrolla de preferencia en suelos de origen calizo o aluvial que pueden llegar a presentar problemas de drenaje.

III. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

3.1 CLIMA

Crece en las zonas de Bosque húmedo y muy húmedo subtropical (cálido) y tropical, entre los 0 a 1,500 msnm de altitud (Aguilar y Aguilar, 1992). Con precipitaciones promedio entre 1,000 y 3,500 mm. Temperaturas promedio de 23 a 28 °C (Herrera y Lanuza, 1996).

3.2 SUELO Y TOPOGRAFÍA

La especie prefiere suelos profundos y ricos en materia orgánica. Su desarrollo optimo ocurre en suelos franco arenosos a arcillosos, fértiles, con buen drenaje interno y externo, pH entre 6.9 a 7.8. Donde el manto freático no esté muy distante de la superficie y las raíces puedan alcanzar zonas húmedas durante todo el año (Herrera y Lanuza, 1996). No se presenta en pantanos y zonas sometidas a prolongadas épocas de inundaciones (SEFORVEN, 1991).

Lamb (1966), describe varias asociaciones en donde coexiste la Caoba, sucesiones primarias Corozal, Botanal-Escobal y Suampo arbolado o bajo. En el bosque húmedo tropical hizo las siguientes asociaciones clímax, Zapotal, corozal, y en sucesiones el Caobal, el Sequelar, los claros abandonados, y la sabana.

IV. REPRODUCCIÓN DE LA ESPECIE

4.1 REPRODUCCIÓN POR SEMILLA

La caoba se reproduce básicamente por semilla. A la fecha no se implementan sistemas silvícolas basados en la regeneración natural por la presión económica y política en nuestro país como en otras regiones de Centro América y América Central. Sin embrago, la principal limitante en aumentar las plantaciones de Caoba es de índole técnico, es decir la dificultad de encontrar solución a los ataques de Hypsipylla y de sobrevivencia de las plantaciones. En otros aspectos (forma, crecimiento, valor, adaptabilidad, facilidad de manejo de semillas y producción de plantas) la Caoba es una especie inusualmente apta para el cultivo en plantaciones, tanto en bloques como sistemas agroforestales (CATIE, 1996).

El INIFAP proporciona información para la producción de plantas de óptima calidad para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de caoba (Swietenia macrophylla King) en el trópico húmedo mexicano, a través del uso de la tecnología que permite un 50% más de crecimiento de las plantas en vivero y así reducir de seis a tres meses su estancia en vivero. La supervivencia de estas plantas en campo se aumenta de 60 a 95%. Considerando que la mala calidad de plantas para establecer plantaciones debido al inapropiado origen de la semilla y manejo en vivero causa baja sobrevivencia en campo, aproximadamente de sólo el 50%, así como bajas tasas de crecimiento y rendimiento de las plantaciones forestales, provocando desanimo de los productores e inversionistas (INIFAP, Ficha Tecnológica).

4.2 PROPAGACIÓN DE SEMILLA

La caoba se reproduce por semillas (se reproduce sexualmente), comienza a florecer entre los 12 y 15 años, durante los meses de noviembre y abril. Los frutos aparecen regularmente de marzo a agosto.

Recolección. El fruto madura entre diciembre y enero, la recolección se realiza de febrero a marzo, la maduración tarda aproximadamente 6 meses. Los frutos se recolectan directamente del árbol, antes que las cápsulas se abran, cuando muestran un color café claro. El árbol puede ser escalado haciendo uso de equipo apropiado como espolones, cinturón y casco. El escalador corta los frutos teniendo cuidado de no dañar las ramas. La producción de frutos varía de 125 kg a 148 kg por árbol. Los rendimientos usuales de semilla varían de 3.8 a 4.5 kg por árbol.

Procesamiento. Una vez recolectados los frutos, son transportados en sacos de yute a un sitio techado donde puedan extenderse sobre lonas aproximadamente por 5 días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran lentamente. Luego son trasladados al patio de secado y se asolean por periodos de 4 horas, durante 3 días. La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente por 4 horas. Para desalar las semillas se friccionan manualmente.
Calidad física de la semilla. El número de semillas por kilogramo varía entre 1,800 a 3,000. Los porcentajes de pureza varían entre 95 y 99, con un contenido de humedad inicial entre 9 y 12%.
Almacenamiento. Las semillas son ortodoxas y conservan su poder germinativo hasta por 7 a 8 meses almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de papel. Almacenadas en refrigerador, en bolsas plásticas herméticamente selladas, conservan la viabilidad por más de 4 años.
Las semillas conservan su poder germinativo por 8 años si son almacenadas a 4 °C y con contenido de humedad de 4% (CATIE, 1997). Sin embargo, La semilla almacenada a temperaturas de 4 a 6 °C, en los primeros seis a ocho meses presenta 60 a 65% de viabilidad, disminuyendo a 25% a los 12 meses y a 10% a los 18 meses.

Germinación. La germinación se inicia de 1 a 2 semanas después de la siembra y finaliza a la sexta semana. Los porcentajes de germinación reportados varían de 80 a 95%. La germinación es hipógea. La especie no requiere tratamientos pregerminativos (CATIE, 1997).

V. PRODUCCION EN VIVERO

Para producir plantas de óptima calidad, capaces de alcanzar dimensiones adecuadas en vivero, sobrevivir y desarrollar bien en los sitios de plantación, se recomienda utilizar semillas de una fuente natural o plantación identificada, con árboles de fuste recto, copa bien formada y balanceada, libres de plagas y enfermedades, sin daños físicos (INIFAP, Ficha Tecnológica).

5.1 SIEMBRA

La producción de plantas de caoba en vivero es sencilla, las semillas tardan aproximadamente de 10 a 20 días en germinar, no se necesitan tratamientos pregerminativos. Se deben mantener con buena humedad y sombra durante el primer y segundo mes (Navarro, 1999). La semilla se puede sembrar en almácigos o directamente en bolsas de polietileno negro de 12 cm de ancho por 20 cm de largo, en ambos casos utilizando una mezcla de tierra roja (Luvisol ródico) y tierra negra (Luvisol crómico) en proporción 1:1 (Ficha técnica del INIFAP). Se utilizan 2 a 3 semillas por bolsa, colocadas 1 a 2 cm de profundidad. Las plantas alcanzan alturas adecuadas para plantación (30 cm aproximadamente) en 5 a 12 meses (CATIE, 1997).

5.2 FERTILIZACIÓN

Se agrega fertilizante con fórmula 18-46-00, a razón de 30 gramos por 100 litros de agua. Se aplica a las plantas durante el riego, cada tercer día durante la permanencia de las plantas en las camas de crecimiento, que es aproximadamente de tres meses. También se aplica fertilización foliar con dosis de Gro-green de 60 gramos por 100 litros de agua al momento del trasplante y a la mitad del tiempo de permanencia en vivero (INIFAP, Ficha Tecnológica).

5.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO

La última fase de producción en vivero es la etapa de crecimiento y desarrollo después del trasplante, en el caso de que se haya realizado. Este periodo es variable pero debe ser lo suficientemente largo para que los árboles alcancen una altura entre 6 y 25 cm para poder llevarse a campo.

5.4 SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE PLANTA

Antes del traslado al lugar definitivo se debe realizar una selección del material para utilizar únicamente plantas cuyas condiciones físicas, fisiológicas y genéticas hagan más probable su supervivencia y sano crecimiento. En este proceso se debe considerar: dimensiones, sanidad, tallo vigoroso, follaje sano, raíces abundantes y bien distribuidas, con una sola yema terminal. Los individuos que no cumplan estas condiciones deben ser desechados.

5.5 TRANSPORTE DE PLANTA

Una vez que se han llevado a cabo el proceso de selección de las plantas que se llevaran a campo se debe utilizar vehículos cerrados y trasladar a la planta debidamente cubierta para protegerla de la turbulencia del aire y la insolación, factores que pueden provocar intensa deshidratación e inclusive la muerte de la planta. Para optimizar la capacidad de los vehículos y disminuir los costos de transporte, es conveniente construir estructuras sobre la plataforma de carga, para que se puedan acomodar dos o más pisos de plantas (CONSEFORH, 2000).

Método de estibado. La planta en bolsa de plástico se dispone en cajas, las cuales se recomienda se coloquen en pisos que previamente se habrán de acondicionar en el vehículo, de otra forma si la planta se transporta a granel ocurrirá un elevado daño y mortalidad, producida por rupturas del tallo, aplastamiento de la planta, pérdida del sustrato, etc. No se debe mover planta tomándola del follaje, sino del cepellón. Las cajas se utilizan durante toda la fase del transporte (CONSEFORH, 2000).

Distancia de transporte. Para evitar que los costos se eleven demasiado, el traslado no debe ser superior a 50-60 km del vivero (CONSEFORH, 2000).

VI. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Las plantas pueden trasladarse al lugar de plantación a los tres o cuatro meses, cuando tienen entre 40 a 50 cm de altura (Navarro, 1999). Esta especie no debe establecerse en plantaciones puras, sino en combinación con otras especies de crecimiento más rápido, como Leucaena, Madrecacao, Guanacaste, Genízaro, Teca u otras; con el objetivo de evitar el ataque del barrenador de yemas y dar sombra a las plantaciones jóvenes, ya que la necesitan en la primera etapa del crecimiento. Se debe evitar la combinación con Eucalipto, ya que este crece rápidamente, y la sombra producida afecta a las plantas de Caoba, pudiendo quedar suprimidas (Herrera y Lanuza, 1996).

6.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Debe hacerse una buena preparación del terreno y un buen control de malezas durante los primeros 3 años, durante el primer año se debe realizar cercado a los árboles, ya que son muy susceptibles a la competencia de malezas (Herrera y Lanuza, 1996).

Rastreo. Previo a la plantación y cuando el suelo es profundo y con pendientes menores al 25% se aconseja dar un paso superficial de rastra en la época de lluvias, para asegurar la sobrevivencia y desarrollo de las plantas.

Deshierbe. Al inicio de la plantación se debe deshierbar lo más posible el sito, especialmente el área cercana a la planta, para evitar problemas por competencia por humedad, nutrientes o luz.

Subsolado. Aplicar donde el suelo es demasiado somero, por ejemplo en terrenos donde el tepetate aflora. O en lugares compactados por el uso previo del suelo.

Trazado. Se recomienda trazar el terreno en forma regular con espaciamientos de 2 x 3 m entre planta, utilizando los diseños de "tresbolillo" o "marco real".

Apertura de cepas. El método más popular es el de cepa común (hoyos de 40 x 40 x 40 cm).

6.2 DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

Se recomienda espaciamiento de plántulas de caoba cada 5 o 6 plantas de la especie principal, en las dos direcciones (Herrera y Lanuza, 1996).

Se ha utilizado espaciamientos desde a 3 a 8 m entre hileras y la misma entre plántulas. Sin embargo, se recomienda un distanciamiento para plantaciones a campo abierto de 3 x 3 m para densidades iniciales de 1,111 árboles por hectárea.

En plantaciones bajo bosque se utilizan densidades iníciales de 80 a 200 árboles por hectárea, a una distancia de 2.5 m x 20 m y 2.5 m x 50 m (SEFORVEN, 1991). Debido al ataque de plagas se prefiere plantar en sistemas agroforestales con café u otros cultivos (Navarro, 1999).

6.3 MÉTODO DE PLANTACIÓN

Básicamente se emplean dos métodos de plantación para establecimiento de plantaciones forestales de caoba.

Cepellón (en bola de tierra). Es el método mas comúnmente empleado, cuando se dispone de planta producida en vivero, la cual garantiza un mayor porcentaje de sobrevivencia de las plantas establecidas. Además la plantación con este método reduce la mortandad de plantas al establecer la plantación por contar con individuos de al menos 3 meses de sobrevivencia.

Siembra directa de la semilla. Es un método tradicional, implica mayor gasto, tanto en semilla como en trabajo de plantación y replantación, y representa un mayor porcentaje de mortandad, teniendo que recurrir a varias replantaciones.

Las plantas se deben establecer bajo la sombra lateral de otros árboles por lo menos hasta el tercer año. No se recomienda realizar plantaciones homogéneas, debido a la susceptibilidad al ataque del barrenador de yema. Cuando se siembra en combinación con cultivos agrícolas anuales o perennes, se utilizan espaciamientos de hasta 15 x 15 m, dependiendo del cultivo y de los propósitos de la plantación. Los insumos y cuidados del cultivo benefician a los árboles de caoba, los cuales pueden crecer más rápidamente y superar la fase de susceptibilidad al barrenador en menos tiempo (CONSEFORH, 2000).

6.4 REPLANTACIÓN

Con la finalidad de aprovechar el máximo potencial productivo de la plantación, se aconseja que después de uno o dos meses de colocada la planta se repongan las pérdidas. Igualmente se puede sustituir plantas que no sean vigorosas o muy severamente atacadas por barrenadores.

6.5 CONSTRUCCIÓN Y LIMPIEZA DE BRECHAS CORTAFUEGO

Para prevenir los daños, además de las labores de vigilancia, se recomiendan el abrir y mantener brechas cortafuego en el perímetro de la plantación de tres metros de cada lado de la cerca, en total 6 metros. También se debe hacer un buen control de desperdicios y materia orgánica seca, para disminuir la presencia de material combustible.

VII. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

7.1 TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS

El programa de manejo se basa en aclareos, con la finalidad de permitir el desarrollo de los mejores arboles para la producción de fuste de óptima calidad. El rodal debe ser manejado como un solo conjunto, principalmente si la otra especie es maderable. Se deben hacer aclareos hasta tener un promedio de 200 a 300 arboles/ha. El ciclo completo de período de rotación puede ser de 20 a 25 años (CATIE, 1997).

Para plantaciones de enriquecimiento, se limpian franjas de 2 m de ancho en la plantación, espaciadas a de 10 a 12 m entre franjas y se planta la caoba a lo largo de las franjas a espaciamientos de 2 a 5 m. La especie produce una copa muy angosta durante los primeros años, que tarda en cerrar, de manera que se deben hacer limpiezas regulares a lo largo de las fajas de plantación, al menos durante los primeros 3 o 4 años.

En sistemas de enriquecimiento del bosque se debe controlar el crecimiento de lianas y bejucos los cuales pueden dañar seriamente a laos árboles. Se pueden realizar podas de formación después de 5 años de edad, con el doble propósito de mejorar la calidad de la madera y disminuir el ataque del barrenador de yema.

En el caso de podas sanitarias ante el ataque del barrenador, se debe eliminar primero el brote dañado, y unos tres meses después, una vez que se haya definido el eje dominante eliminar los otros. Si no se planta con espaciamientos amplios, los primeros aclareos se deben realizar entre los 6 y los 10 años, hasta reducir el número de árboles a 120–150 árboles por hectárea.

7.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

La principal limitante de esta especie es el ataque del gusano barrenador de la meliáceas (Hipsipylla grandella zeller), ataca principalmente los brotes tiernos, frutos y semillas. Esta plaga provoca los mayores daños, tanto a nivel de vivero como de plantaciones jóvenes, y ha limitado el establecimiento de plantaciones puras a lo largo de los trópicos (Cibrián-Tovar et al., 1995).
Esta plaga ataca la yema apical de la planta, ocasionado su muerte. Para sobrevivir la planta desarrolla una nueva yema apical lo cual deforma los fustes y causa bifurcaciones (SEFORVEN, 1991). No obstante, el barrenador solo vuela hasta alturas de 2 a 2.5 m, por lo tanto es una plaga que afecta principalmente de los 2 a 3 primeros años (Herrera y Lanuza, 1996). En las plantaciones los árboles en etapa reproductiva, las semillas son severamente dañadas, al igual que los frutos no maduros, por loros y aves de la región, y en el suelo por roedores (INIFAP a, Ficha Tecnológica).

Otras plagas, son los perforadores del genero Platypus que producen pequeños orificios en la madera. Para aliviar un poco el ataque de Hypsipyla, que en general suele presentarse con mayor frecuencia en plantaciones (monocultivos), es conveniente hacerlo en franjas en condiciones de bosques naturales, o en plantaciones mixtas (CATIE, 1997).

Actualmente en México, el INIFAP brinda asesoría a productores de caoba como de cedro, con el propósito de llevar a cabo control biológico en plantaciones de estas especies. El control es de fácil aplicación mediante aspersiones rutinarias y de bajo riesgo, comparado con el control tradicional con plaguicidas químicos, del hongo patógeno de insectos-Beauveria bassiana- para lograr que 90% de árboles jóvenes no sean afectados, obteniendo como resultado un fuste recto aprovechable de al menos 5 m de longitud. Esto hace factible el establecer plantaciones comerciales de estas maderas preciosas en el trópico (INIFAP a, Ficha Tecnológica).

7.3 CRECIMIENTO

Es una especie de rápido crecimiento, con incrementos medios anuales de 1. 30 cm en diámetro, 0.50 m en altura y 2.8 m3 ha-1 año-1 en volumen, con una producción al final del de un turno de 30 años de 86 m3 ha-1(SEFORVEN, 1991). Los turnos de aprovechamiento son entre 25 y 30 años.

VIII. APROVECHAMIENTO DE LA PLANTACIÓN

8.1 ORDENAMIENTO DEL APROVECHAMIENTO

Al inicio de la plantación es conveniente realizar cortas para eliminar individuos plagados, enfermos, muertos o dañados. Del séptimo u octavo año en adelante se aclarea para disminuir la densidad, obteniéndose de esta

labor materia prima de pequeña escuadría, como son postes y otros materiales para la construcción rural. De hecho estos aclareos pueden ser cortas de mejoramiento eliminando los árboles mal conformados o que fueron atacados por el barrenador de yemas.

8.2 PRÁCTICAS PARA EL APROVECHAMIENTO

En plantaciones forestales de caoba sin manejo silvícola se obtiene bajo rendimiento, de 40 a 70 m³/ha, debido a la mala calidad de madera por efecto de daños físicos y a la mala distribución de productos, ramas contra fuste. Además del manejo cultural (limpiezas, fertilización, control de plagas, pastoreo e incendios), para obtener buenos resultados en las plantaciones forestales, se requiere manejo silvícola: De los cuatro a siete años de edad la planta ya no es atacada por el barrenador de la yema apical se aplican podas cuando se emiten ramas gruesas, eliminando solo el primer tercio inferior de la copa. Se continúa con tres a cuatro intervenciones hasta formar un fuste limpio de 5 a 6 m, para obtener una o dos trozas comerciales de 8 pies. Cuando se podan árboles jóvenes, se intenta podar fuste de hasta alrededor de 10 cm de diámetro o más pequeños, para que la parte de nudos se confine a esas dimensiones.

La poda solo se aplica en plantaciones jóvenes, creciendo en buenas calidades de sitio, que han sido raleadas y deseablemente fertilizados. No se deben de podar más de 300 árboles por hectárea.

Se utilizan serrotes podadores curvos. El corte se realiza lo más cerca del tallo sin dañar el fuste en un ángulo de 60°. Se recomienda la poda en la época de secas o reposo de la planta. Si se hace en época de lluvias, se deberá sellar la herida con una solución de Oxicloruro de Cobre para no exponer al ataque de insectos e infecciones de hongos.
La principal razón para aclareos es para acelerar el crecimiento en diámetro, se distribuye el potencial de crecimiento en los mejores individuos y se provee de calidad a la cosecha final. Las edades de aclareo son cuando se presenta competencia por nutrimentos y espacio de crecimiento, lo cual ocurre entre los 8 y 26 años, ya que a los 8 años disminuye la tasa de crecimiento en altura, a los 15 años para diámetro y a los 26 para volumen.

La intensidad de aclareo se puede definir a partir de tres criterios: del número de árboles removido y a los remanentes, con tablas de rendimiento y guías de densidad de plantaciones.

8.3 TRANSPORTE

La extracción de la madera depende las condiciones en las que se encuentre la plantación, así como de la pendiente del terreno. El sistema de extracción puede ser tradicional o realizarse por cables aéreos con alcances de hasta 500 m del eje de extracción, para ser transportado, posteriormente, en camiones sencillos o de doble tracción, hasta el centro de transformación o acopio. O bien, si las condiciones lo permiten, puede ser fluvial, lo cual implica una disminución de los costos y fletes. También se puede llevar a cabo la extracción mediante las dos modalidades anteriores, puede ser primero la fluvial y posteriormente la terrestre.

IX. PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DE LA MADERA

Se considera que la madera de esta especie es una de las mejor conocidas en el mundo, por lo que ha sido el patrón de comparación durante mucho tiempo para todas las otras especies en la fabricación de muebles.

9.1 FÍSICAS Y MECÁNICAS

Dureza. La caoba tiene una madera dura a moderadamente blanda y quebradiza (Aguilar, y Aguilar, 1992), es de peso medio y tiene una densidad variable de fina a áspera, de 0.55 gr por cm3 (contenido de humedad de 12%). Madera seca al aire (SEFORVEN, 1991).
Peso. En peso es moderadamente liviana a moderadamente pesada, peso específico de 0.50 a 0.60 gr/cm³ (Aguilar y Aguilar, 1992). Sus propiedades mecánicas se clasifican desde bajas a algo medianas (Herrera y Lanuza, 1996).

La durabilidad es excepcional. Responde bien al maquinado y se trabaja satisfactoriamente con herramientas manuales obteniendo resultados excelentes. Debido a que la densidad es muy alta puede cortarse con facilidad en láminas delgadas.

Es una madera de fácil trabajabilidad con herramientas manuales y con maquinaria; fácil de aserrar y cortar, cepillar, encolar, clavar, atornillar, tornear y se obtienen excelentes acabados (IRENA, 1992; MAGA, 1998). La durabilidad natural se debe a que el duramen de Caoba es resistente a hongos de pudrición, moderadamente resistente a termitas y tiene baja resistencia a los taladradores marina (IRENA, 1992; MAGA, 1998). Es una madera difícil de tratar con productos preservantes en duramen por el sistema vacío-presión (IRENA, 1992).

La madera de Caoba seca fácil y rápidamente sin defectos apreciables, ya que posee una alta estabilidad dimensional, gracias a sus bajas contracciones (IRENA, 1992). No presenta problemas considerables de secado como torceduras.

9.2 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

El color de la madera de caoba puede ser rojo a rosa con tonos amarillos, la superficie es de color café oscuro. Transición gradual de albura a duramen. La albura es La albura es delgada y de color amarillento, y el duramen rojizo, rosado, salmón o de color amarillento cuando está fresca poniéndose más oscura después de secarse al aire. (Aguilar y Aguilar, 1992; MAGA, 1998).

El veteado es moderadamente llamativo, el grano es recto y a menudo con figuras atractivas. El brillo de la madera se clasifica como alto en tonos dorados, superficie brillante, y lisa al tacto después de cepillada.Textura mediana (Aguilar y Aguilar, 1992).

X. USOS DE LA ESPECIE

La madera de Caoba debido a su belleza, alta durabilidad natural, fácil trabajabilidad y alta estabilidad dimensional corresponde al grupo de maderas denominadas de utilidad general (IRENA, 1992).

10.1 MADERABLES

Puede usarse en construcciones livianas y molduras, embarcaciones (cobertura, pisos); piso doméstico, acabados y divisiones interiores, chapa plana decorativa, contrachapados y artículos torneados (SEFORVEN, 1991).
Se utiliza para la creación de muebles finos, instrumentos musicales, en productos torneados, juguetes, puertas, ventanas y ebanistería interior. Es una madera fina para elaborar gabinetes de primera clase, cajas para joyas, instrumentos musicales (o parte de estos), instrumentos científicos, ebanistería, esculturas, artesanías finas,

puertas talladas, paneles, armería, juguetes educativos, pisos, utensilios domésticos, fósforos, palillos, lápices (IRENA, 1992).

10.2 NO MADERABLES

Es una especie apta para la reforestación, es excelente melífera y ornamental (IRENA, 1992).

10.3 OTROS USOS

Para uso medicinal se emplea la corteza debido a que tiene propiedades astringentes, tónicas y febrífugas. El té de sus semillas es recomendado para el dolor de pecho. La corteza se utiliza por la concentración de taninos, que se emplea para tinturar y curtir pieles (SEFORVEN, 1991; IRENA, 1992).

X. LITERATURA CITADA

Aguilar Cumes, J. M y Aguilar Cumes M. A. 1992. Arboles de la Biosfera Maya Petén, Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). 272 p.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). 1996. Caoba, Swietenia Costa Rica, Revista Forestal Centroamericana No. 14. 4 p.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). 1997. Swietenia macrophylla King. Costa Rica, Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR). Nota técnica sobre manejo de semillas forestales No. 21. 2 p.

Cibrián-Tovar, D., J.T. Méndez, R. Campos B., H.O. Yates III y J. Flores. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 453 p.

COMISIÒN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2009. La caoba, un recurso codiciado. México Forestal. No. 14. Fecha de publicación: del 7 al 20 de junio de 2005. Revista electrónica. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=15 Fecha de consulta: 19 de mayo de 2009.

CONSEFORH. 2000. Caoba del Pacifico Swietenia humilis Zucc: un árbol maderable de alto valor. http://www.geocities.com/RainForest/4075/Swihum.htm Fecha de consulta: 19 de mayo de 2009.

González, D. 1991. Descripción anatómica de once especies forestales de uso industrial en Panamá. Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELA). 61 p.

Herrera A. Z. y Lanuza B. 1996. Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 p.

INIFAP a. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ficha Tecnológica. Cedro y Caoba. Control biológico eficiente y de bajo costo de la principal plaga en plantaciones de cedro y caoba. 1 p.

INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ficha Tecnológica. Caoba. Producción de plantas de calidad para establecer plantaciones comerciales de caoba. 2 p.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA). 1992. Caoba. Nicaragua, Servicio Forestal, Departamento de Investigación, Laboratorio de tecnología de la madera. Ficha Técnica de Maderas Nicaragüenses No. 10. 5 p.

Lamb, F.B. 1966. Mahogany of tropical America: its ecology and management. University of Michigan Press. Ann Arbor. 220 p.

Matamoros, Seal U.S. (editors). 1996. Report of Threatened Plants of Costa Rica Workshop, 4-6 October. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley MN.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA). 1998. Sistema para selección de especies forestales. Guatemala, Plan de Acción Forestal para Guatemala (MAGA), GCP/GUA/007/NET.

Navarro, C. 1999. Diagnóstico de la caoba (Swietenia macrophylla King) en Mesoamérica. Silvicultura-Genética. Centro Científico Tropical. PROARCAS/CAPAS. C.A. 25p.

Salas Estrada, J. B. 1993. Arboles de Nicaragua. Nicaragua, Managua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del ambientes, IRENA. 390 P.

SEFORVEN. Servicio Autónomo Forestal Venezolano. 1991. Autoecología de la especie Caoba. Cuartilla No. 4. Caracas, Venezuela. 8 p.

ANEXO III.6

PAQUETE TECNOLÓGICO MACULÍS Tabebuia rosea (Bertol.) DC

I. INTRODUCCIÓN

México es un país cuyas características climáticas hacen de este un reservorio de especies de plantas y animales, uno de los nichos donde esta diversidad es notoria son los bosques, los cuales aparte de fungir como hábitat de otras especies también cumplen funciones vitales para los seres humanos como la regulación del ciclo hidrológico y la captura de carbono. Los bosques cumplen aparte una función económica, porque los recursos de los que de el se extraen son cotizados en los mercados principalmente de madera.

El maculís es una especie con características adaptativas importantes, entre ellas esta que es resistente a termitas en comparación con especies como melina, es tolerante a suelos inundados y a sombra.

A raíz de sobrexplotación debido a la ilimitada extracción de recursos del bosque, estos han ido diezmando su producción. Es por ello que en los últimos años los gobiernos han incentivado la producción de especies nativas que brinden bienes y servicios. Una de estas especies es Tabebuia rosea (Bertol.) DC que es un árbol adaptado a las condiciones tropicales, cuyos usos son multifacéticos.

Esta especie es utilizada desde la fabricación de muebles, artesanías, para la herbolaria casera, así como decorador innato de paisaje mismo debido a que es un árbol atractivo debido al color característico de sus flores.

II. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

2.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica de esta especie es la siguiente (USDA, NRCS, 2009):

Reino	*Plantae*
Subreino	*Tracheobionta*
Subdivisión	*Spermatophyta*
División o filo	*Magnoliophyta*
Clase	*Magnoliopsida*
Subclase	*Asteridae*
Orden	*Scrophulariales*
Familia	*Bignoniaceae*
Género	*Tabebuia* Gomes ex DC.
Especie	*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

Lo anterior nos indica que abarcan a las plantas vasculares o traqueofitas que producen semillas cuya característica más distintiva es la producción de flores compuestas. Este tipo de plantas se distribuyen ampliamente en los trópicos y subtrópicos, pero además con gran número de especies de zonas templadas.

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es un árbol caducifolio de porte mediano a grande, hasta 28-37 m de altura, con 50-100 cm dap, tiene una copa ancha, que puede ser cónica o irregular con follaje abierto y liviano. Su corteza gris oscura, escamosa con fisuras verticales, sus hojas son compuestas, opuestas y con cinco hojitas. Las flores son rosadas- moradas hasta casi blancas, hasta 8 cm de largas y hermafroditas; su fruto es una vaina linear dehiscente que contiene muchas semillas que van de 240- 300 semillas aladas por vaina (Salazar, 1997).

2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El maculís es originario de los bosques húmedos del sur de México, al norte de Venezuela y del oeste de los andes hasta las costas del Ecuador y las Antillas (Geifus, 1989; CONABIO, 2001; Martínez et al., 2006).

En México, la superficie plantada de esta especie es de alrededor de 2,000 Ha, representando el 2.1% de la superficie plantada en el país hasta 2008. Las plantaciones de maculís se encuentran en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, S.L.P, Sinaloa, Tabasco y Veracruz. Tan solo los estados de Campeche, Tabasco y Chiapas representan al 65.3% del total de superficie plantada de maculís.

III. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

3.1 CLIMA

El rango de temperatura media máxima del mes más caliente en que se desarrollo el maculís es de 23 a 30°C, y una temperatura media mínima del mes más frio de 17 a 22 °C. La variación de la temperatura anual en las aéreas donde se distribuye naturalmente ve de 22 a 27 °C (Martínez et al., 2006).

3.2 Suelo y topografía

Los tipos de suelo indicados para su buen desarrollo son los sitios planos con suelos vertisoles pelicos y vertisoles gleycos (CONABIO, 2001; Martínez et al, 2006).

3.3 Vegetación asociada

Como esta especie está relacionada con cercos vivos, linderos, cortinas rompevientos por lo que se asocia con otras especies con tales fines como palo mulato, ramón, etc.

IV. PRODUCCIÓN EN VIVERO

La producción de planta en vivero más frecuente es la utilización de semilla y en siembras directas al envase o con trasplante de plántulas en envases desarrolladas en almácigos. Es posible propagar el maculís por estacas, esquejes, acodos y varetas, sin embrago, no existe mucha experiencia en campo (CONABIO, 2001; Martínez et al., 2006).

Para la producción de la especie se requieren de cuatro a seis meses, durante este tiempo la planta alcanza una altura de 30 a 50 cm, esta altura se considera adecuada para que la planta pueda ser llevada al sitio definitivo de plantación (Martínez et al., 2006).

V. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

5.1 DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

T. rosea no ha sido usado muy comúnmente en plantaciones puras debido a la tendencia del fuste a bifurcar en los primeros años. Así, en plantaciones puras se recomienda una alta densidad (p.ej. 1600 árboles por hectárea), con espaciamiento inicial no más que 2.5 x 2.5 m. Se ha plantado en línea a espaciamientos de 3 a 4 m entre árboles. Con espaciamientos de 3 x 3 m, 3 x 4 m y 4.5 x 5 m, ha sido intercalado con yuca y frijoles. A espaciamientos mayores que 2.5 x 2.5 m se puede mejorar la forma por medio de podas (Salazar, 1997).

5.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

De acuerdo a Cruz y Chacón, (1994); Martínez et al., (2006) la preparación del terreno depende de la topografía existente, ondulada o plana; para pendientes mayores del 10% se trazan curvas de nivel equidistantes de 2.5 a 3.0 m según la densidad de la plantación. Si la topografía es plana, la preparación del suelo considera como labores primordiales el desmonte del terreno y el barbecho.

5.3 Época de plantación

En el estado de Tabasco se definen dos épocas se plantación, una al inicio de las lluvias en los meses de junio y julio y la otra es a inicios de los nortes en los meses de noviembre y diciembre (Cruz y Chacón, 1994; Martínez et al., 2006).

5.4 MÉTODO DE PLANTACIÓN

Pérez y Chacón (1994); Martínez et al., (2006) mencionan que la plantación manual de árboles se hace con el apoyo de pala y barretón o barreta para abrir hoyos de 30 cm de profundidad por 20 cm de ancho y se coloca la planta sin el envase.

5.5 REPLANTACIÓN

Es recomendable hacer uso de la reposición de fallas un mes después de haber sido establecida la plantación, sustituyendo los árboles muertos o los menos vigorosos.

VI. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

6.1 TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

Dentro de los tratamientos silviculturales se tienen las limpias, las que cuales se recomiendan realizar tan seguido como sea necesario para mantener limpia la plantación durante los primeros tres años.

En lo que respecta a aclareos (Pérez y Espinoza, 1994; Martínez et al., 2006): el primer aclareo se realiza cuando la planta tiene siete años de edad y una altura de ocho a nueve metros, dejando una densidad de 723 arboles / Ha. El segundo aclareo se aplica cuando la planta tiene una edad de 12 a 13 años, con una altura de 16 a 18 m, dejando solo una densidad de 462 plantas/Ha.

Las podas se recomienda realizarlas en dos etapas consecutivas, en los tres primeros años, cuando la planta alcanza un diámetro de cinco a seis centímetros. Se debe podar de preferencia unas cuatro veces; esto significa que hay que realizarlo cada nueve meses. En los próximos tres años o cuando la planta alcanza un diámetro de 6 a 12 cm, realizar podas similares a la etapa anterior (Pérez y Espinoza, 1994; Martínez et al., 2006).

Para el manejo de rebrotes es importante, debido a que como es una especie de fácil brotación por tocón, estos

se deben seleccionar cuidadosamente siempre prefiriendo los que estén cercanos al suelo y que sean los más rectos.

6.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Desde la etapa de vivero las plantas son atacadas por Formica sp. y Atta sp. (hormigas arrieras o cancharras), que en ocasiones defolian a toda la planta y aunque generalmente no causan la muerte, el daño que trae como consecuencia la defoliación de la planta (Martínez et al., 2006).

En cuanto a enfermedades para el sureste de México Pérez y Chacón (1994); Martínez (2006) reportan que la especie es atacada por hongos como las del genero Sclerotium, ocasionando necrosis en las hojas al igual que en las plántulas en vivero, además es un agente causante del Damping-off, que ocasiona pudriciones en la raíz.

6.3 INCENDIOS

Martínez et al.,(2006) menciona que es una especie resistente al fuego.

6.4 CRECIMIENTO

En el sureste de México, Pérez y Chacón (1994); Martínez et al., (2006) reportan que, en general, el crecimiento en altura varía entre 1.5 a 2 m y el diámetro entre 1.5 a 2.0 cm por año.

VII. APROVECHAMIENTO DE LA PLANTACIÓN

7.1 COSECHA

Webb et al., (1984); Martínez (2006) menciona que la producción en volumen de madera en maculís se llega a alcanzar de 10 a 20 m3/Ha/año.

VIII. CARACTERISTICAS DE LA MADERA

Como aspectos generales se tiene que la madera de maculís tiene un duramen de color blanco o gris (marrón rosado claro), de color uniforme.; el color de la albura similar al color del duramen, con un peso específico básico: 0,5–0,6 g/cm3 (Richter y Dallwitz, 2000).

Para Tamarit et al.,(2008) la densidad de la madera en condición verde, secada al aire libre, anhidra y básica es de 0.95, 0.65, 0.61 y 0.54 g/cm3 respectivamente; su contracción normal tangencial, radial y volumétrica es de 2.9, 1.9 y 4.8% respectivamente, con una relación de anisotropía de 1.52. Se clasifica como medianamente pesada, de contracción volumétrica pequeña a moderada, la relación entre las contracciones tangencial y radial fluctúa entre normal y ligeramente desfavorable.

También puede ser atacada al cabo de varios meses, cuando se ha secado por Lyctus sp., produciendo un polvo fino y abundante. Tienen una durabilidad natural que se considera moderada, resiste a la pudrición marrón pero no a la blanca. Es fácil de inmunizar bajo los tratamientos a vacío y presión por el método de célula llena y por inmersión. Para el secado en estufa convencional, se recomienda el programa de secado EIT6-D2 y T3-D1. La madera del maculís es de excelente calidad, a nivel de trabajabilidad, se deja transformar en todas las operaciones de maquinado, ante máquinas como sierra, cepillo y taladro se obtienen excelentes resultados, también es fácil de trabajar con herramientas manuales, tiene buenos acabados y lustre atractivo (Tamarit et al., 2008).

IX. USOS DE LA ESPECIE

Dentro de los usos más importantes en el aspecto agroforestales que tiene esta especie es para cercas vivas, linderos maderables, cortinas rompevientos y para sombra de ganado.
De manera general se utiliza la madera para la fabricación de muebles, para la construcción, como combustible en la producción de leña y carbón. Es utilizada en la herbolaria casera para curar la disentería, diabetes y parásitos. Debido al color característico de las flores este árbol es considerado como de ornato y al mismo tiempo por la gran cantidad de flores coloridas que produce es a su vez una especie melífera.

X. LITERATURA CITADA

Martínez, D. M. P., K. C. Musálem y M. A. Musálem. 2006. Guía silvícultural de Maculís (Tabebuia rosea (Bertol) DC. In Musalém, M.A. Editor. México. 23 p.

Richter, H. G., y M. J. Dallwitz. (2000). 'Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. [En línea] Disponible en http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/wood/spanish/bigtaros.htm . (Revisado el 11 de junio de 2009).

Salazar, R. 1997. Tabebuia rosea (Bertol) DC. [En línea] Disponible en http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/tabebuia_rosea.pdf (Revisado el 11 de junio de 2009).

Tamarit, U. J. C., J. O. Quintana., J. I. Melchor., J. R. D. Roa., y F. L. Parraguirre. 2008. Características tecnológicas de la madera de seis especies forestales compatibles con el cultivo del café. [En línea] Disponible en mx.geocities.com/rc_veracruz4/pdfs/MemoriaRC2008/FORESTAL/EXTENSOS/FoEx01.pdf- (Revisado el 12 de junio de 2009.

USDA, NRCS. 2009. The PLANTS Database [En línea]. Disponible en http://plants.usda.gov, (Revisado el 12 de Junio de 2009).

ANEXO IV

ANEXO IV.

Normas Oficiales Mexicanas con aplicación a aspectos relacionados con Plantaciones Forestales Comerciales

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE:		
DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES		**DOF**
NOM-001-ECOL-1996 NOM-001-SEMARNAT-1996	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.	06/ENE/97
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA		
EMISIONES DE FUENTES MÓVILES		**DOF**
NOM-041-SEMARNAT-2006	QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE.	06/MAR/07
NOM-047-ECOL-1999 NOM-047-SEMARNAT-1999	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS LÍMITES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES, PROVENIENTES DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS.	10/MAY/00
NOM-050-ECOL-1993 NOM-050-SEMARNAT-1993	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GAS LICUADO DE PETRÓLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS COMO COMBUSTIBLE.	22/OCT/93
NOM-076-ECOL-1995 NOM-076-SEMARNAT-1995	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE HIDROCARBUROS NO QUEMADOS, MONÓXIDO DE CARBONO Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO PROVENIENTES DEL ESCAPE, ASÍ COMO DE HIDROCARBUROS EVAPORATIVOS PROVENIENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE, QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO, GAS NATURAL Y OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS Y QUE SE UTILIZARÁN PARA LA PROPULSIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES CON PESO BRUTO VEHICULAR MAYOR DE 3,857 KILOGRAMOS NUEVOS EN PLANTA. (**ACUERDO D.O.F. 29-DICIEMBRE-2003**).	26/DIC/95
FLORA Y FAUNA		**DOF**
NOM-059-ECOL-2001 NOM-059-SEMARNAT-2001	PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.	06/MAR/02
NOM-061-ECOL-1994 NOM-061-SEMARNAT-1994	ESPECIFICACIONES PARA MITIGAR LOS EFECTOS ADVERSOS OCASIONADOS EN LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.	13/MAY/94
NOM-126-ECOL-2000 NOM-126-SEMARNAT-2000	ESPECIFICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE COLECTA CIENTÍFICA DE MATERIAL BIOLÓGICO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES Y OTROS RECURSOS BIOLÓGICOS EN EL TERRITORIO NACIONAL.	20/MAR/01
NOM-001-RECNAT-1995 NOM-025-SEMARNAT-1995	CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN TENER LOS MEDIOS DE MARQUEO DE LA MADERA EN ROLLO, ASÍ COMO LOS LINEAMIENTOS PARA SU USO Y CONTROL.	01/DIC/95

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE:		
NOM-003-RECNAT-1996 NOM-027-SEMARNAT-1996	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE TIERRA DE MONTE.	05/JUN/96
NOM-004-RECNAT-1996 NOM-028-SEMARNAT-1995	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RAÍCES Y RIZOMAS DE VEGETACIÓN FORESTAL.	24/JUN/96
NOM-005-RECNAT-1997 NOM-005-SEMARNAT-1997	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE CORTEZA, TALLOS Y PLANTAS COMPLETAS DE VEGETACIÓN FORESTAL.	20/MAY/97
NOM-006-RECNAT-1997 NOM-006-SEMARNAT-1997	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE HOJAS DE PALMA.	28/MAY/97
NOM-007-RECNAT-1997 NOM-007-SEMARNAT-1997	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RAMAS, HOJAS O PENCAS, FLORES, FRUTOS Y SEMILLAS.	30/MAY/97
NOM-009-RECNAT-1996 NOM-009-SEMARNAT-1996	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LÁTEX Y OTROS EXUDADOS DE VEGETACIÓN FORESTAL.	26/JUN/96
NOM-011-RECNAT-1996 NOM-011-SEMARNAT-1996	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MUSGO, HENO Y DORADILLA.	26/JUN/96
NOM-012-RECNAT-1996 NOM-012-SEMARNAT-1996	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LEÑA PARA USO DOMÉSTICO.	26/JUN/96
NOM-013-SEMARNAT-2004	QUE REGULA SANITARIAMENTE LA IMPORTACIÓN DE ÁRBOLES DE NAVIDAD NATURALES DE LAS ESPECIES DE LOS GÉNEROS PINUS Y ABIES Y LA ESPECIE PSEUDOTSUGA MENZIESII.	27/OCT/04
NOM-018-RECNAT-1999 NOM-018-SEMARNAT-1999	PROCEDIMIENTOS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS PARA REALIZAR EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA HIERBA DE CANDELILLA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL CEROTE.	27/OCT/99
NOM-019-SEMARNAT-2006	QUE ESTABLECE LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE LOS MÉTODOS PARA EL COMBATE Y CONTROL DE INSECTOS DESCORTEZADORES	23/JUL/08
NOM-142-SEMARNAT-2003	QUE ESTABLECE LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL COMBATE Y CONTROL DEL EUCALIPTO GLYCASPIS BRIMBLECOMBEI MOORE.	31/DIC/03
NOM-152-SEMARNAT-2006	Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas	17/OCT/08

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE:		
SUELOS		**DOF**
NOM-020-RECNAT-2001 NOM-020-SEMARNAT-2001	PROCEDIMIENTOS Y LINEAMIENTOS QUE SE DEBERÁN OBSERVAR PARA LA REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS TERRENOS FORESTALES DE PASTOREO.	10/DIC/01
NOM-021-RECNAT-2000 NOM-021-SEMARNAT-2000	ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS, ESTUDIO, MUESTREO Y ANÁLISIS.	31/DIC/02
NOM-023-RECNAT-2001	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE DEBERÁ CONTENER LA CARTOGRAFÍA Y LA CLASIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LOS INVENTARIOS DE SUELOS.	10/DIC/01
NOM-060-ECOL-1994 NOM-060-SEMARNAT-1994	ESPECIFICACIONES PARA MITIGAR LOS EFECTOS ADVERSOS OCASIONADOS EN LOS SUELOS Y CUERPOS DE AGUA POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.	13/MAY/94
CONTAMINACIÓN POR RUIDO		**DOF**
NOM-080-ECOL-1994 NOM-080-SEMARNAT-1994	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN, Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN. ANEXO 1	13/ENE/95
NOM-081-ECOL-1994 NOM-081-SEMARNAT-1994	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN. (ACLARACIÓN D.O.F. 03-MARZO-1995).	13/ENE/95
NOM-082-ECOL-1994	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS NUEVOS EN PLANTA, Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN. (ACLARACIÓN D.O.F. 03-MARZO-1995). ANEXO 1	16/ENE/95
IMPACTO AMBIENTAL		**DOF**
NOM-117-ECOL-1998 NOM-117-SEMARNAT-1998	ESPECIFICACIONES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO MAYOR DE LOS SISTEMAS PARA EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS Y PETROQUÍMICOS EN ESTADO LÍQUIDO Y GASEOSO, QUE REALICEN EN DERECHOS DE VÍA TERRESTRES EXISTENTES, UBICADOS EN ZONAS AGRÍCOLAS, GANADERAS Y ERIALES.	24/NOV/98
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA		**DOF**
NOM-002-CONAGUA-1995	TOMA DOMICILIARIA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.	14/OCT/96
NOM-003-CONAGUA-1996	REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS.	03/FEB/97
NOM-004-CONAGUA-1996	REQUISITOS PARA LA PROTECCIÓN DE ACUÍFEROS DURANTE EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA Y PARA EL CIERRE DE POZOS EN GENERAL.	08/AGT/97
NOM-006-CONAGUA-1997	FOSAS SÉPTICAS – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.	29/ENE/99
NOM-007-CONAGUA-1997	REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE TANQUES DE AGUA.	01/FEB/99

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE:		
NOM-008-CONAGUA-1998	REGADERAS EMPLEADAS EN EL ASEO CORPORAL – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.	25/JUN/01
NOM-009-CONAGUA-2001	INODOROS PARA USO SANITARIO – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.	02/AGT/01
NOM-010-CONAGUA-2000	VÁLVULA DE ADMISIÓN Y VÁLVULA DE DESCARGA PARA TANQUE DE INODORO-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. (**ACLARACIÓN D.O.F. 08-JUNIO-2004**).	02/SEP/03
NOM-011-CONAGUA-2000	Conservación del recurso agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.	17/ABR/02
NOM-013-CONAGUA-2000	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE-ESPECIFICACIONES DE HERMETICIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA.	04/FEB/04
ELABORACIÓN CONJUNTA CON OTRAS SECRETARÍAS		**DOF**
NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario	16/ENE/09

NOTA: LAS CLAVES MARCADAS EN NEGRITAS, CORRESPONDEN A LA NUEVA NOMENCLATURA CUYO ACUERDO SE PUBLICÓ EL 23 DE ABRIL DE 2003 EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (COSERVAN SU MISMO NÚMERO).
LOS TEXTOS MARCADOS EN MAGENTA SE REFIEREN A LOS ACUERDOS Y AVISOS QUE APLICAN A LAS NORMAS CORRESPONDIENTES.
LAS CLAVES SEÑALADAS EN COLOR MAGENTA SON A LAS QUE SE LES MODIFICÓ LA NUMERACIÓN.
ACUERDO POR EL QUE SE MODIFICA LA NOMENCLATURA DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS DERIVADAS DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DEL SECTOR AGUA
PRIMERO.- A PARTIR DE LA VIGENCIA DEL PRESENTE ACUERDO, LAS SIGLAS QUE IDENTIFIQUEN LOS PROYECTOS Y, POR ENDE, LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS, INCLUYENDO LAS DE CARÁCTER EMERGENTE, DERIVADAS DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DEL SECTOR AGUA, SE IDENTIFICARÁN CON LAS SIGLAS "CONAGUA".
SEGUNDO.- LA NOMENCLATURA DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS CORRESPONDIENTES AL SECTOR AGUA E IDENTIFICADAS CON LAS SIGLAS "CNA", EN LO SUCESIVO SE IDENTIFICARÁN CON LAS SIGLAS "CONAGUA", CONSERVANDO SU NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN Y AÑO DE EXPEDICIÓN.
PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 14 DE ENERO DE 2009.

www.conafor.gob.mx