



**UNIVERSIDAD AUTONOMA
CHAPINGO**



**SILVICULTURA
DE
PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES**

Miguel Ángel Musálem



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES



Director

Dr. Hugo Ramírez Maldonado

Subdirector Académico

M. C. Silvia Terrazas Domínguez

Subdirector de Investigación

M. C. Javier Santillán Pérez

Subdirector de Extensión y Servicio

Ing. Carlos Francisco Romahn de la Vega

Subdirector Administrativo

Lic. Miguel Ángel Bermúdez Villanueva

Coordinadora de Postgrado

Dra. Amparo Borja de la Rosa

Diseño de Portada

María Magdalena Mendoza Díaz

Fotografía

Miguel Ángel Musálem

Impresión

Taller de Impresión Santos

Silvicultura de Plantaciones Comerciales

Primera Edición: 2006

DERECHOS RESERVADOS

©Universidad Autónoma Chapingo

Km. 38.5 Carretera México-Texcoco

56230 Chapingo, Estado de México

ISBN: 968-02-0301-8

Impreso en México

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
División de Ciencias Forestales
Departamento de Ecología y Silvicultura
Programa de Postgrado

SILVICULTURA
DE
PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Miguel Ángel Musálem
Compilador

Chapingo, México, agosto de 2006

SOBRE EL AUTOR

Miguel Ángel Musálem

Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1967; Magister Scientiae, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, 1973; Ph.D., School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, Connecticut, E.U.A., 1983.

El autor ingresó como Profesor de Silvicultura de Tiempo Completo de la División de Ciencias Forestales en 1973, teniendo las responsabilidades, sucesivamente, de la Sección de Silvicultura, Área de Silvicultura y Ordenación Forestal, Jefe del Departamento de Bosques, y Subjefe de Investigación de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, hasta 1978. Durante este período enseñó los cursos de Prácticas de Silvicultura III y Teoría y Práctica de Silvicultura III (Semillas, Viveros y Reforestación), Semillas y Viveros, Viveros y Reforestación, Silvicultura de Bosques Artificiales, actividad que mantiene como Profesor de Tiempo Parcial hasta la fecha.

También, durante el mismo período, continuó las investigaciones sobre producción de plantas y reforestación de especies de clima templado y frío en el Vivero Experimental y en los Campos Experimentales de la Universidad Autónoma Chapingo en el Valle de México, así como las pruebas de eliminación de especies exóticas que se habían establecido en varias regiones climáticas de México, dejando establecidas las líneas de investigación sobre producción de planta en vivero y sistemas de reforestación de especies forestales para los climas templado y frío de la Región Central de México.

A partir de 1978 y, hasta 1986, como Investigador del antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, donde ocupó sucesivamente los cargos de Director del Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central, y de la Subdirección de Investigaciones Forestales a nivel nacional, fundó y desarrolló el grupo de investigaciones sobre silvicultura de especies forestales para reforestación en la Región Central de México.

Con la fundación del Programa de Postgrado Forestal en la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, el autor comenzó a enseñar en 1996, actividad que mantiene hasta la fecha, como Profesor Colaborador, el Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales.

SOBRE LOS APUNTES

Las actividades de enseñanza del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales en el Programa de Postgrado de la División de Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo, impartido por Aurelio Manuel Fierros, desde el comienzo del Programa en 1990 y hasta 1995, y, Miguel Ángel Musálem, como profesor sucesor a cargo del Curso, a partir de 1996, creó la necesidad de producir apuntes que facilitaran la enseñanza de la Silvicultura de las Plantaciones Forestales.

Lo anterior se logró gracias a la dedicación y esfuerzo de Aurelio Manuel Fierros, quien con el apoyo de uno de los primeros estudiantes del Programa de Postgrado, Juan de Dios Bermúdez, recopiló la base de información contenida en algunos de los capítulos desarrollados en los primeros apuntes (Fierros González y Bermúdez, 1993).

A partir de que Miguel Ángel Musálem se hizo cargo de los cursos en 1996, con el apoyo de los estudiantes del programa de Postgrado Rosa Martínez Ruíz y Gustavo Enrique Rojo, se dieron a la tarea de ampliar los temas ya incluidos en los apuntes anteriores, y desarrollar uno nuevo en colaboración con Jorge Antonio Torres Pérez, sobre los aspectos financieros de las plantaciones forestales. Estos segundos apuntes fueron editados por Miguel Ángel Musálem y Aurelio Manuel Fierros, trabajo que se concluyó en enero de 1997 (Musálem y Fierros ed., 1997).

La continuada impartición del curso durante los años 1997 y 1998, hizo necesaria una nueva revisión, ampliación y actualización, lo que resultó en la tercera versión de los apuntes, que incluyeron ya temas sobre impacto ecológico de las plantaciones de Aurelio Manuel Fierros, aspectos económicos de las plantaciones comerciales de Víctor Sosa Cedillo, y un capítulo sobre aclareo de las plantaciones de Miguel Ángel Musálem, todos ellos orientados a las plantaciones forestales comerciales. Este trabajo se concluyó en diciembre de 1998 (Musálem ed., 1998).

Durante la impartición del curso en 1999, los apuntes volvieron a ampliarse, ahora con aspectos de incentivos de las plantaciones forestales comerciales y sobre la normatividad que regula el desarrollo de estas plantaciones en México. Esta última revisión dio lugar a la cuarta versión que concluyó en marzo de 2000 (Musálem comp., 2000).

La Enseñanza de la Silvicultura de los Bosques Artificiales

Como en casi todos los casos de enseñanza de los cursos en la Universidad Autónoma Chapingo, es notable el gran lapso de tiempo transcurrido desde el inicio de la enseñanza de los cursos que tienen que ver con la Silvicultura de los Bosques Artificiales, en 1933, con la creación de la especialidad forestal, hasta la publicación de estos apuntes en 2006, más de 70 años.

Es importante aprovechar este espacio para hacer un recuento histórico y de la evolución que han tenido los cursos sobre los temas de semillas, viveros y plantaciones forestales, que ha tomado lugar durante este tiempo transcurrido, haciendo mención de los profesores que los han tenido a cargo y el énfasis que en su momento le imprimieron como resultado del desarrollo forestal de México.

Uno de los precursores de la enseñanza lo fue sin duda Luís Macías Arellano, que durante largos años, enseñó el Curso Viveros y Reforestación cuyos apuntes del mismo nombre sirvieron en la enseñanza y la formación de gran cantidad de técnicos encargados de los programas de reforestación en México.

Más adelante, en la década de los 60's, el Ingeniero Gilberto Jaime Carrillo Sánchez cumplió esta labor. El Curso denominado Viveros y Reforestación era la última parte una de las grandes áreas de la formación del Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques de esa época, constituido por los cursos: Silvicultura I (Sistemas Silvícolas), Silvicultura II (Protección Forestal), y Silvicultura III (Viveros y Reforestación), precedidos todos por una sólida formación en los cursos de Botánica Forestal y Ecología Forestal.

A finales de la década de 1960, la actividad de Gilberto Jaime Carrillo Sánchez, apoyada en el Programa Especial de la FAO para la Enseñanza Forestal en la Universidad Autónoma Chapingo, trajo la inclusión del Dr. Mark I. Reynders, experto en plantaciones forestales, junto con la labor del Ingeniero Reyes Bonilla Beas, desarrollaron el Vivero Experimental Cuauhxinaxtli, anexo a la colonia de los profesores de la Universidad, donde fue posible impartir prácticas más intensivas de producción de plantas, creando al mismo tiempo un arboretum con la colección de *Eucalyptus* más grande de México y donde fueron producidos la mayor parte de las plantas que se establecieron en sendos experimentos a nivel nacional en zonas áridas, templadas y tropicales, sobre la eliminación de especies forestales exóticas y nativas con propósitos de plantación.

La asociación de M.I. Reynders y G.J. Carrillo Sánchez, produjo los segundos apuntes de viveros y reforestación, que enfatizaban los sistemas de análisis de experimentos de plantaciones. Una vez terminado el proyecto FAO, G.J. Carrillo Sánchez continuó con la labor de enseñanza, apoyado por R. Bonilla Beas en las prácticas de vivero.

A principios de la década de los años setenta, con el apoyo de Proyectos de Inversión previstos desde la Administración de la UACH por Gonzalo de Jesús Novelo González, anterior Jefe del Departamento de Bosques y la indispensable actividad de R. Bonilla Beas, se creó el Vivero Experimental Forestal en los terrenos de El Ranchito, con superficie, personal e instalaciones suficientes para generar investigación y desarrollar prácticas en producción de plantas. Así mismo, dentro del nuevo edificio de la División de Ciencias Forestales, se constituyó el Laboratorio de Semillas Forestales, equipado con áreas de trabajo, laboratorio de enseñanza e investigación y cuarto de almacenamiento frío para semillas.

En este ambiente de desarrollo material, se realizaron contrataciones de un gran número de profesores-investigadores de tiempo completo. Tres de estos profesores fueron incluidos en ésta importante área, Aníbal Niembro Rocas, designado para el área de Semillas Forestales, Miguel Ángel Musálem para el área de Viveros, y Aurelio Manuel Fierros para el área de

Plantaciones. Miguel Ángel Musálem, que en 1974 había comenzado como Profesor Adjunto del titular de Viveros y Reforestación, tuvo a su cargo las prácticas correspondientes, iniciando un programa muy extenso de prácticas de producción de plantas en vivero y una serie de visitas de campo a las plantaciones forestales industriales que comenzaban a desarrollarse en San Luís Potosí y Oaxaca, aunque el mayor énfasis de los cursos continuaba centrado en la reforestación y recuperación y restauración forestal.

Con el tiempo, en 1975, Miguel Ángel Musálem se hizo cargo de la titularidad del Curso de Viveros y Reforestación y, con la inclusión de A. Niembro como Asistente del curso, se desarrolló un programa muy extenso sobre semillas forestales, que vino a fortalecer las lagunas en esta parte de la formación que se veían como temas de Mejoramiento Genético Forestal que, al mismo tiempo, formaba parte de un curso general de Genética y Experimentación Forestal. La inclusión de A. Niembro y el desarrollo de los laboratorios permitieron un avance sustancial en este campo en la década de los años ochenta.

La inclusión de Aurelio Manuel Fierros como Asistente del propio curso de Viveros y Plantaciones, permitió por un lado, fortalecer el aspecto de plantaciones forestales y su manejo, además, comenzar junto con el Profesor Titular, una recopilación y análisis de la mayor parte de la información experimental creada por M.I. Reynders y R. Bonilla Beas y otros profesores de Chapingo con respecto a las plantaciones forestales, a nivel nacional.

Como resultado de la asociación de A. Niembro, A.M. Fierros y M.A. Musálem, se creó un programa de Semillas, Viveros y Reforestación, que se impartía, sin separación teórica y práctica, en forma de tres grandes temas impartidos cada uno en dos meses del semestre escolar, cada uno bajo la responsabilidad de cada profesor y bajo la coordinación general de M.A. Musálem. El contenido y las prácticas y el interés en los temas así como el incremento en el número de alumnos de esos días, se llegó a considerar la necesidad de constituir tres cursos separados: Semillas, Viveros, y Plantaciones Forestales; sin embargo, se continuó en la forma establecida.

Uno de los aportes importantes de esta época fue la creación de las guías de estudio y guías de prácticas de los tres temas principales dentro del curso de Silvicultura III, que incluía ya también, como parte fundamental, el tema de Semillas Forestales. Aníbal Niembro desarrolló los apuntes para la parte correspondiente, llevándolo a la creación de varios libros de texto sobre Semillas Forestales; Aurelio Manuel Fierros y Miguel Ángel Musálem, desarrollaron los Apuntes sobre Viveros y Reforestación, dejando una guía de contenido muy ambiciosa para el futuro, apuntes utilizados por mucho tiempo para la enseñanza.

Las modificaciones en los planes y programas de estudio, principalmente, la creación de la carrera de Ingeniero Forestal y su subdivisión en cuatro orientaciones, a finales de los años ochenta, hizo necesaria la inclusión de varios tipos de cursos sobre semillas, viveros y reforestación para todos los alumnos de la División de Ciencias Forestales, así como los cursos específicos de acuerdo con la orientación. Así, nacieron los cursos de Semillas y Viveros, Viveros y Reforestación, y Silvicultura de Bosques Artificiales, éste último haciendo énfasis en las plantaciones forestales y su manejo.

Tocó al autor, colaborar en forma ininterrumpida con la enseñanza de estos cursos hasta 1986. Primero con el apoyo de Aurelio Manuel Fierros, luego este último en forma independiente, y siempre con la colaboración de Aníbal Niembro en los aspectos de Semillas Forestales.

El incremento de los grupos de alumnos en la División de Ciencias Forestales hizo necesaria la participación de otros profesores de Silvicultura. Varios profesores han intervenido en la enseñanza de estos cursos, como Abel Aguilera Aguilera, Gil Vera Castillo, Luís Pimentel Bribiesca, Dante Arturo Rodríguez Trejo, quienes continúan con la responsabilidad de la enseñanza de las Semillas, Viveros y Reforestación en Chapingo.

Por otro lado, en el Colegio de Postgraduados en Montecillo, Estado de México, la enseñanza de estos temas fue iniciada por Luís Pimentel Bribiesca y Aurelio Manuel Fierros en 1979 con el curso Silvicultura de Bosques Artificiales, la cual se enseña en forma continua hasta la fecha. El profesor Luís Pimentel Bribiesca, a lo largo de la impartición de sus cursos, con la participación de los estudiantes del Programa de Postgrado fue recopilando la información producida vía investigación en los aspectos de producción de plantas, llegando a constituir los apuntes de Viveros Forestales más completos a la fecha.

Lo propio inició el profesor Aurelio Manuel Fierros con los estudiantes, esta vez del curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales del Programa de Postgrado de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo en el tiempo en que el curso estuvo a su cargo, entre 1990 y 1995; en esta época, Aurelio Manuel Fierros y su estudiante Juan de Dios Bermúdez, produjeron los primeros apuntes en 1993.

Una vez que el curso quedó bajo la responsabilidad de Miguel Ángel Musálem en 1996, responsabilidad que continúa a la fecha, se realizó la recopilación, actualización y ampliación de los Apuntes de Silvicultura de Plantaciones Forestales de Fierros y Bermúdez; bajo la edición de Miguel Ángel Musálem y Aurelio Manuel Fierros, salió a la luz en 1997. La segunda versión de los apuntes de Silvicultura de Plantaciones Forestales, se constituyeron con ampliaciones para los cursos de postgrado en Chapingo y en diferentes partes de México, hasta que, finalmente, editados por Miguel Ángel Musálem en 1998, en una nueva versión, bajo el nombre de Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales; esta versión enfatiza la creación de bosques artificiales y su manejo, así como el impacto ecológico y los aspectos económicos y financieros, asuntos que se había dejado de lado hasta el momento en las versiones anteriores. En la cuarta versión, revisada y con materiales recopilados por Miguel Ángel Musálem, se incluyeron los aspectos de incentivos para la creación de plantaciones así como la normatividad que regula el desarrollo de esta importante actividad. Finalmente, con este aporte, siguiendo la contribución de A. Niembro en Semillas Forestales, los aportes en la recopilación de aspectos de producción de plantas en Viveros Forestales de Luís Pimentel Bribiesca, esta quinta versión de Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales, completan, finalmente, la trilogía propuesta originalmente por sus autores, hace ya 30 años.

Miguel Ángel Musálem

DEDICATORIA

Este libro, en su simplicidad, pero con una larga historia con base en sus antecedentes, se dedica con todo respeto, a los predecesores, a los Profesores de Viveros y Reforestación en Chapingo: Luís Macías Arellano, Gilberto Jaime Carrillo Sánchez, Mark I. Reynders y Reyes Bonilla Beas.

**Miguel Ángel Musálem
Huexotla, México,
Agosto de 2006**

PRESENTACIÓN

La silvicultura ha sido definida como la teoría y la práctica del control del establecimiento, de la composición y del crecimiento de un bosque o rodal. Es, por tanto, una de las ramas de la ciencia forestal cuyo campo de acción está relacionado más directamente con el bosque. Representa la aplicación de conocimientos ecológicos y fisiológicos, en la obtención del tipo de bosque requerido por la ordenación forestal para producir los bienes y servicios demandados por los propietarios y por la sociedad.

Sin embargo, la demanda creciente de bienes y servicios de la sociedad, así como los de conservación de su ambiente y recursos asociados, ha llevado a la creación de bosques llamados artificiales para surtir de manera más cercana sus necesidades, sobre todo de productos industriales.

A este punto, aunque la plantación originalmente fue encaminada para sustituir los casos de falla de la regeneración de los bosques naturales y para restaurar algunas áreas afectadas por daños ocasionados por el hombre o accidentes naturales, ha crecido como una alternativa de producción intensiva más controlada en cuanto a la uniformidad de sus productos y la mayor productividad por unidad de superficie.

Las plantaciones forestales industriales, también llamadas comerciales, cumplen en forma precisa un objetivo de producción de bienes para la sociedad y aparte de influir positivamente en la calidad de vida del ser humano, ayuda también en muchas ocasiones a aliviar las presiones que la misma sociedad ejerce sobre los bosques naturales, que cada vez más están siendo reservados para la conservación de la biodiversidad y la regulación de otros recursos naturales como el suelo y el agua.

Con lo anterior, se pretende que el técnico forestal tenga las bases suficientes para elegir, establecer y manejar las especies forestales motivo de las plantaciones con fines industriales en diversas regiones ecológicas, enfatizar los beneficios ecológicos así como remediar los posibles impactos negativos de ellas. Así mismo, realizar análisis económicos y financieros de los proyectos de plantaciones forestales.

El texto consta de doce Capítulos que se presentan tratando de obtener una secuencia lógica de tal manera que el estudiante vaya adquiriendo todo el conocimiento necesario en forma paulatina.

El Capítulo uno trata conceptos básicos que permitirán al estudiante ubicarse en el campo de acción de las plantaciones forestales, conocer la situación de la actividad en el mundo y en México, reconociendo las tendencias de la creación de los bosques artificiales en relación a la utilización y conservación de los bosques naturales, su papel en el desarrollo industrial, así como distinguir los distintos tipos de plantaciones forestales de acuerdo a sus objetivos.

En el Capítulo dos, se establecen y discuten las condiciones que influyen en la decisión para seleccionar las especies óptimas para resolver situaciones ecológicas, de producción y tipo de

productos, además de realizar una discusión sobre las ventajas que ofrecen las especies exóticas y nativas de acuerdo a las condiciones de cada lugar de plantación.

En el Capítulo tres se discuten los métodos más importantes para establecer las plantaciones forestales de acuerdo al tipo de terreno y las condiciones de desarrollo económico social y económico. Así mismo, los diferentes tipos de planta, preparación de terreno y época de plantación más adecuada en cada condición.

En el Capítulo cuatro se describen los tratamientos intermedios que se aplican a las plantaciones a lo largo del turno de producción. Se enfatiza la aplicación de los aclareos para manejo óptimo de plantación y para producción de productos intermedios.

En el Capítulo cinco se enfatizan todos los otros tratamientos fundamentales en el manejo del crecimiento y protección de la plantación desde que se establece hasta que llega el tiempo de ser aprovechada, tales como las limpiezas, las podas y la protección a los agentes externos de daño.

En el Capítulo seis, se hace una revisión de los impactos benéficos de las plantaciones desde el punto de vista del mejoramiento del ambiente y la conservación de otros recursos, así como también, se enfatiza la revisión de las posibilidades de impactos negativos sobre la conservación de la biodiversidad.

En el Capítulo siete se hace una revisión del potencial de los programas de plantaciones forestales comerciales, las áreas disponibles para realizar plantaciones forestales comerciales en México, el marco jurídico en relación a la tenencia de la tierra, y los beneficios económicos de su realización.

En el Capítulo ocho se hace una revisión de los aspectos financieros de las plantaciones forestales, se realiza su cálculo y se presentan programas existentes para obtenerlos, como una base esencial para la toma de decisiones sobre proyectos de éste tipo.

En el Capítulo nueve se hace una revisión de los incentivos para plantaciones en algunos casos exitosos en latinoamérica y se da a conocer el programa de incentivos para las plantaciones forestales comerciales de México.

En el Capítulo diez se presenta el marco legal que regula las plantaciones forestales en México y se enfatiza la normatividad aplicable a las plantaciones forestales comerciales.

En el Capítulo once se presenta los temas relacionados con el Aprovechamiento de las plantaciones comerciales

Finalmente, en el Capítulo doce se muestra cómo se debe realizar la Planificación para la elaboración de proyectos de plantaciones forestales comerciales.

Con estos nuevos capítulos, se redondea el conocimiento necesario para comprender el estado de desarrollo y el futuro de las plantaciones forestales comerciales en México.

REFERENCIAS

- MACÍAS ARELLANO, L. 1951. Reforestación, Teoría y Práctica. Dirección General Forestal y de Caza. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 330 p.
- REYNDERS, M.I.; CARRILLO SÁNCHEZ, J.; 1967. Introducción al curso de Reforestación. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 42 p.
- NIEMBRO ROCAS, A. 1979. Semillas Forestales. Apuntes del Curso Semillas, Viveros y Reforestación. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-137 p.
- MUSÁLEM, M.A.; FIERROS GONZÁLEZ, A.M. 1979. Viveros y Plantaciones Forestales. Apuntes del curso Semillas, Viveros y Reforestación. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 137-251.
- PIMENTEL BRIBIESCA, L. Ed. 1992. Apuntes de Viveros Forestales. (CF 611). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 226 p. (Inédito).
- FIERROS GONZÁLEZ, A.M.; BERMÚDEZ RODRÍGUEZ, J de D. 1993. Apuntes del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p (Inédito).
- MUSÁLEM, M.A.; FIERROS GONZÁLEZ, A.M. Eds. 1997. Apuntes del Curso Silvicultura de Plantaciones Forestales. Programa de Postgrado. Departamento de Ecología y Silvicultura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 151 p. (Mimeografiado).
- MUSÁLEM, M.A. Ed. 1998. Apuntes del Curso Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales. Programa de Postgrado. Departamento de Ecología y Silvicultura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 145 p. (Mimeografiado).

INDICE GENERAL

SOBRE EL AUTOR.....	i
SOBRE LOS APUNTES.....	ii
DEDICATORIA.....	vi
PRESENTACIÓN	vii
REFERENCIAS	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xvi
 CAPITULO 1. NECESIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.1.1 Destrucción del recurso forestal.....	3
1.1.2 Crecimiento de la demanda de productos forestales	5
1.1.3 Baja productividad del bosque natural.....	5
1.1.4 Problemas de la regeneración natural.....	5
1.1.5 Lejanía y poca accesibilidad a centros de consumo	6
1.1.6 Deterioro ambiental.....	6
1.2 Estado actual y perspectivas de los bosques artificiales.....	7
1.2.1 Estado actual de los bosques artificiales	8
1.2.2 Perspectivas de los bosques artificiales.....	10
1.2.2.1 Mayor productividad	10
1.2.2.2 Disponibilidad de tierras.....	10
1.2.2.3 Producción diversificada	10
1.2.2.4 Silvicultura y manejo.....	11
1.2.2.5 Protección a otros recursos	11
1.2.2.6 Vías de desarrollo	12
1.3 Las plantaciones forestales en México	12
1.3.1 Evolución histórica de las plantaciones forestales en México	13
1.3.2 Obstáculos para realizar plantaciones forestales.....	13
1.4 Literatura citada.....	14
 CAPÍTULO 2. ELECCIÓN DE ESPECIES	19
2.1 Introducción.....	19
2.2 Factores a tomar en cuenta para la elección de especies	19
2.2.1 Objetivo de la plantación	19
2.2.2 Características del sitio	21
2.3. Selección de especies potenciales.....	28
2.4 Especies nativas y especies exóticas	29
2.4.1 Especies nativas	29
2.4.2 Especies exóticas.....	30
2.4.2.1. Características de una buena especie exótica	30
2.4.2.2. Por qué se recurre a exóticas	30
2.5 Literatura citada.....	31
 CAPÍTULO 3. MÉTODOS DE PLANTACIÓN	35
3.1 Introducción.....	35
3.2 Necesidad de un levantamiento previo.....	35

3.2.1 Elección de sitios a plantar.....	36
3.3. Preparación del sitio	37
3.4.1 Métodos de eliminación de la cubierta vegetal	39
3.4.1.1 Eliminación manual.....	39
3.4.1.2 Quema.....	39
3.4.1.3 Eliminación mecanizada.....	40
3.4.1.4 Eliminación química.....	40
3.5 Tipo y condiciones de terreno	41
3.5.1 Preparación manual del terreno.....	42
3.6 Plantaciones de brinzales.....	43
3.6.1 Forma de plantación.....	43
3.6.2 Tipo de planta.....	44
3.6.3 Tamaño de la planta	44
3.6.4 Distribución.....	44
3.6.5 Densidad inicial.....	45
3.6.6 Micorrizas	45
3.6.7 Fertilización.....	45
3.6.8 Época de plantación	46
 CAPITULO 4. LOS ACLAREOS EN PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES.....	51
4.1 Introducción.....	51
4.2 Definición, método y grado de los aclareos	51
4.2.1 Definición.....	51
4.2.2 El lugar de los aclareos en la práctica forestal	51
4.2.3 Aplicación de los aclareos.....	52
4.2.4 Efecto de la aplicación de los aclareos.....	52
4.2.5 Época e intensidad del aclareo	52
4.2.5.1 Época del aclareo.....	53
4.2.5.2 Clasificación de los árboles	54
4.2.5.3 Tipos de aclareos selectivos	54
4.2.5.4 Medidas para el método de aclareo	56
4.2.5.5 Grados de aclareos.....	56
4.3. Definición de la densidad del rodal	57
4.3.1 Medida de densidad.....	57
4.3.2 Índice de densidad de rodal.....	57
4.3.3 Mantenimiento de un índice constante.....	59
4.4 Rendimiento de los aclareos	59
4.4.1 Crecimiento del área basal	59
4.4.2 Producción en volumen.....	61
4.5 Implementación del aclareo.....	62
4.5.1 Cómo marcar los árboles.....	62
4.6 Literatura citada.....	63
 CAPITULO 5. CULTIVO DE LAS PLANTACIONES.....	67
5.1 Introducción.....	67
5.2 Reposición de fallas.....	67

5.3 Deshierbes	68
5.4 Podas.....	69
5.4.1 Técnica de poda.....	70
5.4.2 Los instrumentos utilizados en la técnica de poda	71
5.4.3 Edad y época de poda.....	71
5.4.4 Grados de intensidad de las podas	71
5.5 Fertilización	72
5.5.1 Fertilidad en suelos	73
5.5.2 Ciclos de respuesta	74
5.5.3 Diagnóstico de deficiencias.....	74
5.5.4 Análisis de tejidos	75
5.5.5 Análisis de suelo	76
5.5.6 Aplicación de fertilizante	76
5.5.7 Algunos trabajos realizados sobre fertilización en plantaciones forestales	77
5.6 Literatura citada	78
 CAPITULO 6. IMPACTO ECOLOGICO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES	
COMERCIALES	83
6.1 Introducción.....	83
6.2 Impactos ecológicos	83
6.2.1 Especies nativas versus introducidas	84
6.2.2 Monocultivos y Biodiversidad	85
6.2.3 Impacto en los bosques naturales.....	87
6.2.4 Impacto en el agua	87
6.2.5 Impacto sobre el suelo.....	88
6.3. Conclusiones.....	90
6.4 Literatura citada.....	91
 CAPÍTULO 7. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LAS	
PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES	95
7.1 Introducción.....	95
7.2 Marco General	95
7.2.1 Bosques naturales.....	95
7.2.2 Plantaciones comerciales	96
7.2.3 Tierras con potencial de plantaciones	97
7.2.4 Marco Legal e Institucional	97
7.2.5 Aprovechamiento Forestal	98
7.2.6 Industrialización	98
7.2.7 Incentivos	98
7.3 Costos y rentabilidad de las plantaciones	100
7.3.1 Consideraciones	100
7.3.2 Análisis de costos e ingreso	101
7.3.3 Análisis financiero	103
7.4 Comercialización	104
7.4.1 Producción y Consumo Nacional.....	104
7.4.2 Producción y Consumo Mundial.....	105
7.5 Situación de México	105

7.5.1 Sin plantaciones forestales	105
7.5.2 Con Plantaciones Forestales.....	105
7.6 Principales limitantes.....	106
7.6.1 Terrenos.....	106
7.6.2 Incentivos	106
7.6.3 Legislación	106
7.6.4 Tecnología.....	107
7.6.5 Infraestructura	107
7.6.6 Marco Institucional	107
7.7 Conclusiones y recomendaciones	107
 CAPITULO 8. EVALUACIÓN FINANCIERA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES	111
8.1 Introducción.....	111
8.2 Procedimientos para identificación y registros de costos - beneficios	113
8.2.1 Costos	113
8.2.2 Beneficios.....	115
8.3 Valoración de costos y beneficios	115
8.4 Comparación de costos y beneficios	116
8.5 Cálculo de rentabilidad.....	116
8.5.1 Procedimiento del cálculo de los indicadores VAN, TIR y R B/C.....	119
8.5.2 Análisis de sensibilidad.....	120
8.6 Programas de cómputo para evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales	120
8.6.1 Uso de los programas.....	120
8.6.2 Descripción de los programas	124
8.6.2.1 Plan PC	124
8.6.2.2 Evaplan	124
8.6.2.3 Cash Flow versión 3.5	124
8.6.2.4 Programa de cómputo para la evaluación financiera de proyectos de plantaciones forestales.....	125
8.7 Literatura Citada.....	125
 CAPÍTULO 9. NORMATIVIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN MÉXICO	129
9.1 Introducción.....	129
9.2 Legislación agraria	130
9.3 Legislación forestal.....	131
9.4 Legislación ambiental.....	142
9.5 Estructura y organización del Gobierno Federal	142
9.6 Programas de forestación y reforestación.....	142
9.7 Literatura Citada.....	144
 CAPÍTULO 10. INCENTIVOS PARA LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN MEXICO	147
10.1 Introducción.....	147
10.2 Los Incentivos en el mundo.....	149

10.2.1 Los incentivos en Chile	149
10.2.2 Los incentivos en Brasil	149
10.3 Los incentivos en México	150
10.3.1 Incentivo principal	150
10.3.2 Otros incentivos a las Plantaciones	150
10.3.2.1 Estímulos fiscales y apoyos directos (SEMARNAP, 1998).....	150
10.3.3 Financiamiento	151
10.3.4 Capital de riesgo.....	152
10.3.5 Aseguramiento	152
10.4 Análisis de la aplicación del PRODEPLAN	152
10.4.1 Efecto esperado de los Apoyos	152
10.4.2 Dimensión de los Apoyos Requeridos	152
10.4.3 Mecanismo para acceder a los incentivos	153
10.4.4 Lineamientos emitidos por PRODEPLAN (SEMARNAP, 1998)	153
10.4.5 Del pago y la asignación de los subsidios	153
10.4.6 Forma de asignación de los subsidios (SEMARNAP, 1997).....	153
10.4.7 Resultados generales de la primera licitación de subsidios (1997).....	154
10.4.8 Problemática detectada en la Primer Convocatoria para acceder a incentivos del PRODEPLAN 1997.....	154
10.4.9 Inquietudes y Propuestas.....	159
10.5 Conclusiones.....	160
10.6 Literatura citada.....	161
CAPITULO 11. APROVECHAMIENTO DE LAS PLANTACIONES COMERCIALES ...	165
11.1 Introducción.....	165
11.2 Aprovechamiento en bosque natural y plantaciones forestales comerciales.....	165
11.3 Sistemas y diseños de aprovechamiento.....	166
11.4 Planificación operativa	166
11.4.1 Canchas de acopio o cargadero	167
11.4.1.1 Vías de saca	167
11.5 Extracción.....	167
11.6 Transporte.....	168
11.7 Abastecimiento	168
11.8 Plantaciones con especies de rápido crecimiento (turno 5-10 años)	169
11.9 Plantaciones con especies de lento crecimiento (turno 20 – 30 años).....	169
11.10 Impactos al suelo	170
11.11 Generales	170
11.12 En la apertura de caminos.....	170
11.13 En la elaboración de los productos (derribo, desrame y troceo)	170
11.14 El arrime	170
11.15 Conclusiones.....	171
11.16 Recomendaciones	171
11.17 Referencias	171
CAPITULO 12. PLANIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES	175
12.1 Presentación.....	175

12.2 Antecedentes.....	177
12.2.1 Antecedentes en México	177
12.3 Las ventajas comparativas.....	179
12.4 La necesidad de plantaciones comerciales en México	181
12.5 Estado actual de las plantaciones forestales comerciales en México	182
12.6 Los proyectos en operación	182
12.7 La idea de política Nacional	182
12.8 Los incentivos a la actividad	185
12.9. Tipos de Incentivos.....	185
12.10 Principales incentivos aplicados en diversos países en el mundo	185
12.11 Factores de influencia para la efectividad de los incentivos	191
12.12 El marco político jurídico y de apoyo	191
12.13 Metodología.....	192
12.14 Resultados.....	197
12.14.1 Las Condiciones Naturales.....	197
12.14.2. Instrumentos de Política Nacional	198
12.14.3. El proyecto de plantaciones forestales comerciales	199
12.14.3.1. Diagnostico indicativo	201
12.14.3.2. Definición de objetivos.....	201
12.14.3.3. Estudio Legal	203
12.14.3.4. Estudio de Mercado	204
12.14.3.5. Proceso Técnico.....	205
12.14.3.6. Tamaño de Plantación	207
12.14.3.7. Ingeniería de la Plantación	207
12.14.3.8. Proceso Administrativo	208
12.14.3.9. Impactos Ambientales	209
12.14.3.10. Evaluación Financiera	210
12.14.3.11 Conclusiones.....	210
12.15. Literatura Citada	211

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tasas estimadas de deforestación en México para la década de 1980 a 1990.....	4
Cuadro 2.	Tasas de deforestación y principales causas por tipo de bosque para mediados de los años ochenta.	5
Cuadro 3.	Áreas de plantaciones forestales en los trópicos y subtrópicos por continentes.....	8
Cuadro 4.	Área de plantaciones por regiones del mundo.	8
Cuadro 5.	Principales especies y condiciones de crecimiento de plantaciones forestales por país.	9
Cuadro 6.	Superficie actual de plantaciones industriales en México.	10
Cuadro 7.	Clasificación de las plantaciones forestales por su objetivo.....	20
Cuadro 8.	Distribución de la precipitación en algunas regiones del mundo.	23
Cuadro 9.	Plagas relacionadas con plantaciones forestales.....	25
Cuadro 10.	Distribución y función de especies arbóreas por hábitat tipo modificado.....	26
Cuadro 11.	Aspectos que deben considerarse en el levantamiento previo del sitio de plantación.....	36
Cuadro 12.	Altura y sobrevivencia de plantación de <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. a raíz desnuda y en envase con dos sistemas de preparación del terreno a los 26 meses de su establecimiento.....	38
Cuadro 13.	Número de árboles por hectárea para varios índices de densidad y altura*	58
Cuadro 14.	Porcentaje de supervivencia de diferentes especies establecidas en Tuxtepec, Oaxaca, México.	68
Cuadro 15.	Principales herbicidas utilizados en silvicultura.....	69
Cuadro 16.	Variación en concentración de nutrientes de follaje actual en <i>Pinus radiata</i> en relación al tiempo de muestreo y clones.....	76
Cuadro 17.	Efecto de la fertilización en el crecimiento de plántulas de <i>Pseudotsuga menziessi</i>	77
Cuadro 18.	Identificación y registro de productos de plantaciones comerciales.	114
Cuadro 19.	Corriente de valores: Plantación de 10 hectáreas, proyecto de Filipinas (Valor en pesos constantes).....	117
Cuadro 20.	Resumen de criterios de decisión para aceptar o rechazar la viabilidad de un proyecto.	117
Cuadro 21.	Calculo del Valor Actual Neto.	121
Cuadro 22.	Calculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).....	122
Cuadro 23.	Calculo de la Relación Beneficio Costo.	123
Cuadro 24.	Experiencias exitosas de plantaciones forestales comerciales en el mundo, impulsadas con incentivos.	151
Cuadro 25.	Marco de calificación numérico para acceder a incentivos.....	155
Cuadro 26.	Presupuesto disponible para el incentivo de plantaciones forestales comerciales en 1999 (SEMARNAP, 1999).....	155
Cuadro 27.	Resumen de las superficies programadas y plantadas de los proyectos beneficiarios con incentivos del PRODEPLAN, período 1997-2003 aprobadas en 1997.	156
Cuadro 28.	Calendarios de plantación, modificaciones y avances de los proyectos beneficiarios con incentivos en 1997.....	156

Cuadro 29. Calendarios de plantación, modificaciones y avances de los proyectos beneficiarios con incentivos aprobados en 1997. Otras materias primas y forestales maderables.....	157
Cuadro 30. Resultados de la licitación de incentivos de PRODEPLAN por sector de propiedad aprobados en 1997.....	158
Cuadro 31. Sistemas de abastecimiento de productos forestales maderables	169
Cuadro 32. Elementos climáticos y edáficos de la región Sureste de México con potencial para plantaciones forestales comerciales.....	180
Cuadro 33. Superficie con potencial para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en México.....	181
Cuadro 34. Valor del bosque nativo en México.....	183
Cuadro 35. Indicadores forestales generales del sector forestal en México.....	184
Cuadro 36. Plantaciones comerciales establecidas en México.....	186
Cuadro 37. Clasificación de incentivos para proyectos de plantaciones forestales comerciales.....	190
Cuadro 38. Incentivos para plantaciones en América Latina.....	193
Cuadro 39. Incentivos aplicados en los países seleccionados.....	194
Cuadro 40. Riesgos en la aplicación de incentivos directos a la plantación.....	195
Cuadro 41. Riesgos en la aplicación de incentivos indirectos a la plantación.....	196
Cuadro 42. Componentes primarios y secundarios del proceso de planeación de plantaciones forestales comerciales.....	203
Cuadro 43. Componentes del Proceso Técnico de Producción de una Plantación Forestal Comercial.....	206
Cuadro 44. Componentes del proceso de Ingeniería de una Plantación Forestal Comercial.....	208



NECESIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES



CAPÍTULO 1

NECESIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES¹

Miguel Ángel Musálem/², Aurelio Manuel Fierros/², Juan de Dios Bermúdez/³
Rosa Martínez Ruiz/³ y Gustavo Enrique Rojo/³

1.1 Introducción

En las primeras etapas de la civilización humana, la necesidad de madera de los escasos pobladores estaba cubierta, por lo que, los recursos naturales permanecían casi inalterados. Conforme la población humana creció, aumentó también la necesidad de madera tanto para combustible como para construcción; sin embargo, los bosques naturales siguieron proporcionando, por mucho tiempo, la madera necesaria para tales fines.

Para suplir las necesidades crecientes de madera para uso industrial relacionado con el crecimiento de la población, surgió el concepto del aprovechamiento sostenido de los recursos forestales. No obstante los grandes esfuerzos por obtener de los bosques naturales la madera necesaria para satisfacer los requerimientos mínimos de la población en forma sostenida, éstos no fueron suficientes. De aquí, surge una gran presión sobre los bosques naturales, que propició la destrucción de grandes áreas forestales. De otro lado, el cambio de uso de grandes áreas forestales convertidas a terrenos agrícolas y ganaderos redujo dramáticamente las superficies forestales, que trajo como consecuencia el deterioro del medio ambiente.

El complejo tejido social, económico y político que genera el crecimiento poblacional, ha creado sobre el recurso forestal una gran presión, que ha generado destrucción, deterioro de la calidad del medio ambiente y baja productividad de los recursos forestales. Ante esta situación, surge la necesidad de plantar árboles no solo con el objeto de satisfacer las necesidades de madera, sino también como una forma de mejorar el ambiente y la calidad de la vida.

A continuación se describirán algunos de los factores más importantes acerca de la necesidad de plantar árboles, entre los más relevantes se mencionan los siguientes: la destrucción del recurso forestal, el crecimiento de la demanda de madera, los problemas de la regeneración natural, la lejanía y poca accesibilidad de los bosques naturales a centros de consumo, y el deterioro ambiental.

1.1.1 Destrucción del recurso forestal

Los bosques juegan un papel muy importante en el sostenimiento de los estándares de la calidad de vida, puesto que proporcionan un gran número de beneficios tangibles e intangibles.

¹ El presente es una revisión, actualización y ampliación del Capítulo Introducción, contenido en FIERROS, A.M.; BERMÚDEZ, J.D. 1993. INTRODUCCIÓN. In Apuntes de Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (Curso CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 1-22. (Inédito).

² Ph.D. Silvicultura. Profesores de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

³ Alumnos del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Los bosques juegan un papel muy importante en el sostenimiento de los estándares de la calidad de vida, puesto que proporcionan un gran número de beneficios tangibles e intangibles. También, son componentes básicos de los ecosistemas mundiales. Sin embargo, el crecimiento de la demanda de madera ocasionado por el aumento de la población mundial, ha puesto en peligro la permanencia de los mismos, por lo que grandes áreas forestales se pierden anualmente como consecuencia de la tala inmoderada de los bosques.

El desarrollo de la economía mundial ha generado una brecha que agrupa a los países del mundo en países desarrollados y los en vías de desarrollo; la mayoría de éstos últimos están localizados en los trópicos y es donde la destrucción del recurso forestal ha llegado a niveles alarmantes. Las estadísticas son precisas en cuanto a estos hechos, ya que según Smith (1981) en los trópicos se pierden cada año entre 10 a 25 millones de hectáreas; cifra que de mantenerse cada año señala Spears (1979), los bosques tropicales podrán desaparecer en 60 a 80 años, ambos citados por Bowen y Nambiar (1984).

Según cifras del Banco Mundial (1978) citadas por Bowen y Nambiar (1984) se señala que al final del siglo sólo una quinta parte de la superficie de la tierra estará cubierta probablemente por bosques: un escaso 6% en África; 10 a 15% en Asia y áreas del Pacífico; 30 a 35% en el Norte y Sur de América; y 35% en la Unión Soviética.

En México, la mayoría de las cifras reportadas para la deforestación en la década de los ochenta, se encuentran entre 370 mil y 700 mil ha/año para selvas y bosques cerrados. Las estimaciones más detalladas pueden agruparse en dos rangos: a) 370 mil a 400 mil ha/año (0.7% anual),

obtenidas por la SARH (1991); y b) 620 mil a 680 mil ha/año (1.3% anual para bosques y selvas cerrados) obtenidos por la FAO (1982) y fuentes independientes. La pérdida anual en selvas se estima entre 189 mil y 500 mil ha/año (tasa de deforestación de 0.8 a 2.0% anual); mientras que en bosques, el rango es de 127 mil a 167 mil ha/año (tasa de 0.5 a 0.8% anual); y en vegetación de zonas áridas se estima en, aproximadamente, 50 mil ha/año (Cuadro 1) (SEMARNAP, 1996).

Cuadro 1. Tasas estimadas de deforestación en México para la década de 1980 a 1990.

Fuente	Bosques	Selvas	Zonas Áridas	Total
	(miles/ha/año)			
Toledo <i>et al.</i> , 1989 ^a	Nd	Nd	Nd	1 500
Repeto, 1988	Nd	460	Nd	460
Myers, 1989	Nd	700	Nd	700
FAO, 1988	125	470	20	615
FAO, 1995	Nd	Nd	Nd	678
WRI, 1992	Nd	Nd	Nd	615
WRI, 1994	Nd	Nd	Nd	678
SARH, 1990 ^b	127	202	41	370
SARH, 1991	127	189	54	370
Castillo <i>et al.</i> , 1985	273	473	Nd	746
Masera <i>et al.</i> , 1992	167	501	Nd	668

Fuente: Programa Nacional Forestal y de Suelo 1995-2000 (SEMARNAP, 1996)

a) Incluye deforestación en bosques abiertos

b) Ajustado para excluir bosques abiertos. La cifra original fue de 370 000 ha/año.

c) Corresponde a promedios anuales para la deforestación proyectada en el período 1988-1994.

Las causas de la deforestación varían según regiones y tipos de bosques. El cambio en el uso del suelo forestal a otros usos ha sido la causa principal de la eliminación de la vegetación por la expansión de las fronteras agrícolas, pecuarias, así como la tala clandestina. Entre 1970 y 1990 los terrenos agrícolas se incrementaron en 39%, el área dedicada a la ganadería 15% y, el área

forestal, se redujo 13%. La expansión agrícola más acelerada ocurrió en Yucatán, Quintana Roo y Chiapas, mientras que la ganadería creció más en Quintana Roo y Campeche, en magnitud relativa (SEMARNAP, 1996).

Cuadro 2. Tasas de deforestación y principales causas por tipo de bosque para mediados de los años ochenta.

Tipo de vegetación	Superficie (ha/año)	Tasa anual (%)	Principales causas*
Coníferas	108 000	0.64	Incendios Pastoreo, Agricultura Tala ilegal
Latifoliadas	59 000	0.67	Incendios Pastoreo Agricultura Tala inmoderada
Selva alta	195 000	2.00	Pastoreo Agricultura Infraestructura Incendios Tala ilegal
Selva baja	306 000	1.90	Pastoreo Agricultura Tala ilegal Incendios

Fuente: Programa Nacional Forestal y de Suelo 1995-2000 (SEMARNAP, 1996)

*En orden de importancia

Entre las causas de la deforestación, en los bosques el 50% de la superficie afectada se debe a incendios, 28 % a ganadería y 17% a la agricultura; en selvas, la ganadería es responsable del 60 %, los incendios representan entre 7 y 22%, y la agricultura del 10 al 14 %. En el Cuadro 2 se muestran las tasas de deforestación por tipos de bosque y sus causas (SEMARNAP, 1996).

1.1.2 Crecimiento de la demanda de productos forestales

El crecimiento poblacional aunado a la vertiginosa disminución de las áreas forestales, trajo consigo un aumento en la demanda de productos forestales. Dicha demanda de productos forestales difícilmente podrá ser cubierta con la producción de bosques naturales.

Según datos de World Wood (1980, 1981) citados por Bowen y Nambiar (1984) señalan que "el consumo anual per cápita varía grandemente en rangos de 0.01 a 0.02 m³ en países como la India, Zaire y Sudan; a 0.7 a 1.8 m³/año en Europa, URSS, Japón y EUA; alcanzando 4.8 m³/año en Canadá.

De alguna manera, la demanda de madera seguirá aumentando, con lo cual la oferta no podrá cubrir dicha demanda, si se tratara de cubrirla exclusivamente con la producción de bosques naturales.

1.1.3 Baja productividad del bosque natural

La productividad de los bosques naturales varía de acuerdo a la región y a las condiciones del sitio pero, en general, está dada entre el rango de 1 a 8 m³/ha/año, aunque en bosques naturales de Dipterocarpaceas en el Sureste de Asia, llegan a superar los 17 m³/ha/año (Evans, 1992). Las tasas de crecimiento de las plantaciones forestales superan en mucho la cifra anterior; algunos ejemplos son: para coníferas en regiones templadas y en las mejores condiciones, se han logrado incrementos medios anuales de 10 a 20 m³/ha/año, aunque los incrementos más substanciales se han obtenido en los trópicos y subtrópicos, donde se han registrado IMA de 15 a 30 m³/ha/año (Reynders y Carrillo, 1976).

1.1.4 Problemas de la regeneración natural

La regeneración natural de los bosques puede lograrse con ayuda del hombre a través de la silvicultura, o bien, sin la ayuda del hombre, como en el caso de los bosques y selvas vírgenes. Sin embargo, el problema de la regeneración natural en bosques bajo manejo aun no se ha resuelto y resulta, en ocasiones, que bajo las mejores prescripciones silvícolas, después de una corta, no se establezca la regeneración. Es decir, que siempre se tendrá la incertidumbre de si habrá o no regeneración y, si sucede lo primero, bajo qué condiciones se dará y qué composición de especies tendrá la nueva masa.

Toumey y Korstian (1947) citados por Baumgartner y Boyd (1976) mencionan que la regeneración natural es imposible cuando no existe semilla para la germinación o cuando las condiciones del sitio son desfavorables para la germinación y el establecimiento de los árboles jóvenes. Por lo anterior, Baumgartner y Boyd (1976) recomienda plantar cuando:

- La fuente de semilla no es adecuada para establecer un rodal apropiado de brinzales;
- Hay una fuente de semilla, pero las condiciones del sitio son tales que la probabilidad de que se presente dentro de un tiempo razonable es baja;
- La fuente de semilla no tiene el genotipo particularmente necesario;
- Se desea reducir el período de competencia intensa entre los árboles y la vegetación competidora;
- Se desea capitalizar las condiciones de crecimiento favorables proveídas por luz, nutrientes y humedad extraordinaria que pueden existir inmediatamente de la cosecha y preparación del sitio;
- La regeneración natural es inadecuada y hay necesidad de llenar los espacios vacíos para mejorar la masa y su distribución.

En general, existen una multitud de factores para tomar la decisión de esperar la regeneración natural o bien realizar plantaciones. Baumgartner y Boyd (1976) recomienda depender de la regeneración natural cuando se presentan las siguientes condiciones:

- Hay un crecimiento adecuado de la regeneración avanzada para proporcionar un futuro manejo del rodal;
- Hay una alta probabilidad de obtener una regeneración adecuada dentro del marco de tiempo requerido.

1.1.5 Lejanía y poca accesibilidad a centros de consumo

Generalmente, los bosques naturales se encuentran en áreas alejadas de los grandes centros de consumo, o bien, de las áreas de transformación de la materia prima forestal. El aumento de la población y el continuo aprovechamiento de los bosques naturales más cercanos, han ocasionado que los bosques naturales productivos cada vez se encuentren más alejados de los centros industriales. Pero, aun así, subsisten otros problemas que dificultan la accesibilidad en los bosques naturales tales como: el clima, la topografía y la escasa infraestructura.

1.1.6 Deterioro ambiental

Es bien sabido que los bosques proporcionan aire y agua de buena calidad y suelos estabilizados aguas abajo, lo que permite cosechas agrícolas buenas y abundantes, ambientes agradables por climas estabilizados por cubierta vegetal, posibilidades de recreación y refugio para fauna silvestre.

La armonía entre el bosque y el hombre fue rota cuando el hombre pasó de recolector y cazador a agricultor y ganadero, hecho ocurrido en el neolítico. A pesar que en este tiempo el hombre se lanzó a la conquista,

transformación y aprovechamiento de la cubierta vegetal, ésta permaneció casi inalterada.

Con el advenimiento de la revolución industrial, se transformó la relación de armonía hombre-medio ambiente. El hombre creó nuevas técnicas agrícolas que permitieron producir más, crecieron las industrias y las ciudades, con el consecuente abatimiento de las áreas verdes circundantes; donde la destrucción de bosques y praderas con fines agrícolas fue muy palpable y los resultados consecuentes fueron el agotamiento de las mejores tierras agrícolas y la erosión.

Este ejemplo fue palpable en EUA, donde Bonnefous (1973) en su libro ¿El hombre o la naturaleza? cita el informe del especialista de suelos H. H. Bennett ante el Congreso de los EUA: "durante la breve existencia de este país hemos devastado 127 millones de hectáreas de campos y de pastizales. La erosión esta arruinando 349 millones más; 45 millones de hectáreas que representan la parte más fértil de nuestro territorio están agotadas. Se necesitan entre trescientos y mil años para que se reconstruya una capa de dos centímetros de suelo y una sola lluvia basta para destruirla. La erosión nos hizo perder 110 millones de hectáreas de tierras cultivables".

Por otro lado, la revolución industrial produjo un fenómeno muy extendido hasta nuestros días, que es la contaminación ambiental, representada por fenómenos tales como la lluvia ácida, las altas concentraciones de ozono, dióxido de azufre y anhídrido carbónico en la atmósfera. Los bosques han demostrado ser grandes captadores de polvo atmosférico, estudios precisos demostraron que los vegetales fijan entre tres y seis veces más polvo, en las mismas condiciones atmosféricas, que las superficies desnudas

(Bonnefous, 1973). Por otra parte, la acción de la cubierta vegetal en la captura de carbono es de sobra conocida.

La desertificación, la disminución de los niveles freáticos y la pérdida de fauna silvestre, son algunos de los ejemplos palpables de la pérdida de bosques; ante esta situación, es urgente pensar en qué áreas forestales van a permanecer como tales (ya sea para fines de conservación y protección) y cuales de éstas van a incorporarse al manejo forestal. No obstante, como ya se ha señalado anteriormente, con los bosques naturales actuales no se va a satisfacer las demandas futuras de madera, por lo cual, las plantaciones forestales vienen a ser una alternativa de producción de madera para hacer frente a las necesidades del mañana y, también, para recuperar áreas degradadas, mejorar el ambiente y limitar el deterioro ecológico.

1.2 Estado actual y perspectivas de los bosques artificiales

Las plantaciones forestales serán los proveedores futuros de madera y responsables del mantenimiento y restauración del medio ambiente. Los argumentos para sostener lo anterior son muchos y muy variados. Bowen y Nambiar (1984) hace referencia a otros autores y resume las razones por las cuales es necesario plantar:

- Solamente las plantaciones bien planeadas de maderas blandas y duras pueden aliviar la presión abundante sobre la rápida disminución de los bosques naturales. Debido a que las plantaciones son, generalmente, más productivas que los bosques naturales;
- Fargum *et al.* (1983) citado por Bowen y Nambiar (1984) compararon la productividad de dos tipos diferentes de

bosques en los EUA (*Pseudotsuga menziessi* en Washington y *Pinus taeda* en las planicies bajas costeras de Carolina del Norte) y concluyeron que las plantaciones incrementaron la productividad en 70% y 300 %, respectivamente, comparado con bosques naturales sobre el mismo sitio;

- Las plantaciones pueden establecerse donde la madera es más necesaria y deben ser tratadas intensivamente para incrementar su producción;
- Aparte de proveer muchas de las necesidades de combustible, las plantaciones de árboles pueden ayudar a minimizar los serios problemas de alimentos, salinización del suelo y la desertificación, que amenazan la estabilidad de muchos ecosistemas mundiales. Igualmente, en países densamente poblados en Asia y latinoamérica, hay millones de hectáreas de suelos degradados y deforestados apropiados para plantaciones forestales;
- En la Agroforestería, las plantaciones de árboles pueden proveer el marco de trabajo dentro del cual la producción de alimento, de madera y la producción de fibra pueden ser integrados, aumentando la calidad y preservación de los sistemas terrestres;
- El crecimiento intensivo y la corta rotación de las plantaciones, pueden hacer una apreciable contribución de biomasa para energía.

1.2.1 Estado actual de los bosques artificiales

Superficies. Evans (1992) presenta una serie de estadísticas en las que se puede apreciar el estado actual de las plantaciones en el mundo. En esta información, se observa que las superficies de las plantaciones se triplicaron de 1965 a 1980 y, se duplicaron, de la década anterior (1980) a la actual (1990) (Cuadro 3). Por otra parte, se

observa que de las plantaciones por regiones del mundo, existe una mayor superficie de coníferas que de hojosas (Cuadro 4).

Cuadro 3. Áreas de plantaciones forestales en los trópicos y subtrópicos por continentes.

Región	1965	1980	1990*
	Miles de hectáreas		
África	1 378	2 724	3 773
Asia incluyendo Sur de China	4 421	13 046	29 245
Australia e Islas del Pacífico	70	269	420
América Central y Caribe	219	486	786
Estimación total del área entre los 27° N y 27° S del Ecuador	6 667	20 973	42 694

Fuente: Tomado de Evans (1992).

*Estimada

Especies. En las plantaciones forestales del mundo se han utilizado un gran número de especies, entre las que destacan las especies de rápido crecimiento, como son las de pino y eucalipto. El 70% de todas las plantaciones industriales en las áreas tropicales y subtropicales son eucaliptos o pinos. La teca alcanza el 15%; otras especies de hojosas el 12 %; y otras especies de coníferas, el 3%.

Cuadro 4. Área de plantaciones por regiones del mundo.

Región	Coníferas	Hojosas	Total
	Miles de hectáreas		
Europa/Sureste	250	500	750
USA/Sur	9 000	-	9 000
Latinoamérica	2 370	1 330	3 700
Asia (sin China)	1 890	3 760	5 650
China	8 610	5 670	14 280
Oceanía	1 760	80	1 840
África	1 320	1 200	2 520
Total Mundial	25 200	12 540	37 740

Fuente: FAO (1989) y Jaakko Poyry (1987)

Las especies de eucaliptos más utilizadas son: *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. saligna*, *E. deglupta*; para el género *Pinus* las especies más empleadas son: *Pinus patula*, *P. caribaea*, *P. elliottii*, *P. merkusii*, *P. kesiya*.

Los géneros correspondientes a otras coníferas y latifoliadas son los siguientes: para las primeras *Araucaria* y *Cupressus*; y para las segundas *Tectona*, *Acacia*, *Gmelina*, *Meliaceae*, *Terminalia*, *Albizzia* y *Triplochiton* (Patiño, 1990).

Turnos. Las rotaciones, turnos o ciclo de aprovechamiento con eucalipto son, generalmente, de 5 a 10 años. Las rotaciones con *Pinus radiata* van de 20 a 35 años, con 2 ó 3 aclareos antes de la corta final. El *Pinus caribaea* se aprovecha a los 15 años con o sin aclareos (Cuadro 5).

La superficie plantada con fines de aprovechamiento industrial, así como los crecimientos y ciclos de aprovechamiento de las plantaciones industriales realizadas en México, se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Principales especies y condiciones de crecimiento de plantaciones forestales por país.

País	Especies principales	Ciclo de corta (Años)	Número de aclareos	Incremento medio anual (m ³ /ha/año)
Sur de USA	<i>Pinus taeda</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus elliottii</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus patula</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus palustris</i>	20-45	0-2	12-15
	<i>Pinus echinata</i>	-----	-----	-----
	<i>Populus</i> spp.	-----	-----	-----
	<i>Salix</i> spp.	-----	-----	-----
Brasil	<i>Liquidambar</i> spp.	-----	-----	-----
	<i>Eucalyptus</i> spp.	3-7	-----	16-60
	<i>Pinus elliottii</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus taeda</i>	20-25	2-4	20-30
	<i>Pinus caribaea</i>	-----	-----	-----
Nueva Zelanda	<i>Pinus oocarpa</i>	20-25	20-25	12-20
	<i>Pinus radiata</i>	20-30	2-3	15-30
Chile	<i>Pinus radiata</i>	20-25	2	15-30
Sudáfrica	<i>Pinus radiata</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus</i> spp.	25	3	18-20
	<i>Eucalyptus</i> spp.	11	-----	20-22
Portugal	<i>Pinus pinaster</i>	40	2-3	10
	<i>Eucalyptus globulus</i>	8-10	-----	10-18
Australia	<i>Pinus radiata</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus pinaster</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus elliottii</i>	-----	-----	-----
	<i>Pinus caribaea</i>	20-35	1-3	15-17
	<i>Eucalyptus</i> spp.	3-10	-----	15-20
Indonesia	<i>Pinus merkusii</i>	25-35	2-3	8-20
Venezuela	<i>Pinus caribaea</i>	15	-----	13-22

Fuente: Jaakko Poyry (1987); FAO (1989)

Cuadro 6. Superficie actual de plantaciones industriales en México.

Lugar de plantación	Especies	Superficie (ha)	IMA (m ³ /ha/año)	Aclareos	Turno (Años)
Oaxaca					
La Sabana	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> <i>Pinus tropicalis</i> <i>Pinus oocarpa</i> var. <i>ochoteranae</i>	9 000	5 a 8	1 8 a 10 años	15
Chiapas					
Finca La Primavera Municipio de Huehuetán	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	84	-----	-----	10

Fuente: Sosa (1995)

1.2.2 Perspectivas de los bosques artificiales

1.2.2.1 Mayor productividad

Una de las ventajas de las plantaciones sobre los bosques naturales, es que las primeras pueden crecer más rápido y tener rotaciones más cortas. Esta ventaja es más notoria en las plantaciones desarrolladas en los trópicos en donde presentan tasas de crecimiento del orden de 25.0 a 35.0 m³/ha/año con rotaciones de 8 a 20 años.

Otra de las ventajas de las plantaciones es la oportunidad de trabajar con especies con mejores características genotípicas y fenotípicas y con masas coetáneas, pudiéndose lograr una mayor productividad comparada con la de los bosques naturales, en las cuales se encuentran una gran diversidad de especies, edades y genotipos.

La selección y mejoramiento de las especies utilizadas en las plantaciones forestales depende, principalmente, del tipo de producto que se requiere, clima y las condiciones del suelo.

1.2.2.2 Disponibilidad de tierras

Existen en el mundo países con poca densidad de población y grandes extensiones de terrenos en donde las plantaciones artificiales prosperarían. Ejemplo de ello son las extensas áreas

tropicales del África Central conocidas como Miombo, entre cuyas características se encuentra la de contar con muy baja precipitación, la vegetación tiende a ser leñosa, de raíces muy profundas (capacitadas para alcanzar la humedad más profunda en periodos cuando la escasez de agua es aguda).

Los bosques como el descrito, son poco productivos y es lógico que ningún tipo de agricultura prosperará. Lo más viable es cambiar el bosque por otro más productivo, con especies poco demandantes pero de rápido crecimiento y usos específicos. Dyson (1965) destaca el hecho de las plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus kesiya* realizadas en Zambia para producir combustible, pilotes de mina y madera en general para la valiosa industria minera de cobre de ese país.

Por las razones anotadas, habrá que revisar qué extensiones de bosque se quedarán como reservas o áreas naturales protegidas para sustentar la biodiversidad y cuales de ella serán cambiadas por bosques artificiales más productivos. Hay una serie de limitantes que tendrán que superarse, tales como los problemas que representan los monocultivos, en cuanto su vulnerabilidad a ser atacados por plagas y enfermedades, los impactos ecológicos, y la tenencia de la tierra, entre otros.

1.2.2.3 Producción diversificada

Uno de los ejemplos más sobresalientes de la producción diversificada que ofrecen las plantaciones son los sistemas agroforestales. Las plantaciones forestales han tenido una evolución técnica muy palpable, antes de nuestra era se plantaba para alimento, albergue o diversos propósitos religiosos. Como producto de la evolución técnica de las plantaciones se fueron diversificando tanto las especies seleccionadas, como los productos obtenidos de ellas.

Evans (1992) señala que son dos las contribuciones más importantes de las plantaciones forestales en la última parte del siglo XIX: uno, es el Taungya, propuesto en Burma en 1830, utilizado en plantaciones del árbol de teca (*Tectona grandis*) y, el otro hecho, es el uso de riego en plantaciones de *Dalbergia sissoo* realizadas en Pakistán.

Las plantaciones forestales pueden establecerse con diversos objetivos, la FAO (1982) señala, que las plantaciones cuyo objetivo sea la producción de materia prima para industrias madereras (madera aserrada, pulpa, tableros aglomerados, postes para minas), se llamarán plantaciones forestales industriales; por otra parte, se llamará plantaciones no industriales, las establecidas con los propósitos siguientes:

- Producción de leña y madera para carbón;
- Producción de madera rolliza para uso agropecuario y doméstico, en poblaciones rurales;
- Productos no maderables (como frutas de árboles forestales, caucho, goma arábica, etc.).

1.2.2.4 Silvicultura y manejo

La plantación es una de las actividades silvícolas más caras y, por ende, las decisiones silvícolas para realizarlas deben ser las más adecuadas, de lo contrario, el costo para corregir estas deficiencias será muy caro. Por ahora, solo se menciona que una de las ventajas que ofrece la plantación sobre la regeneración natural es la posibilidad de controlar la densidad, en número de árboles por hectárea, lo que puede redundar en una mayor producción de árboles con características de forma, tamaños y calidad adecuados.

También, ofrece la ventaja de plantar muy densamente para propiciar el desarrollo de tallos de forma aceptable; una vez establecidos se les aplican los aclareos.

En cuanto a la rotación de las plantaciones, serán de acuerdo al producto que se desea obtener, por ejemplo, plantaciones para obtener celulosa, se manejan a rotaciones de 5 a 10 años, en cambio, para trozas de aserrío y para chapas, se manejan comúnmente de 15 a 25 años.

En cuanto a la aplicación de la silvicultura en plantaciones forestales, se puede decir que, el hecho de tener masas de árboles de la misma especie y edad, simplifican la planeación y ejecución de las diversas actividades silvícolas, tales como: aclareos, control de malezas, plagas y enfermedades, y la corta final.

1.2.2.5 Protección a otros recursos

Las plantaciones forestales crean las condiciones de un bosque y, por lo tanto, aparte de producir madera, reproducen otros tipos de valores directos de estos últimos, es decir, tienen influencia sobre el clima, suelo, agua y fauna silvestre. Las plantaciones representan la alternativa de protección de aquellas áreas que debido a sus condiciones de pendiente, profundidad

del suelo, humedad y temperatura no sean propicias para el cultivo agrícola y que se encuentren desprovistas de vegetación y estén expuestas a la erosión hídrica y eólica.

Según estadísticas de la FAO (1982) las plantaciones forestales con fines de protección en países exclusivamente del Trópico americano son del orden de las 100 000 ha/año, establecidas principalmente en México, República Dominicana, Haití, Bolivia, y aumentan actualmente a razón de 10 000 ha/año.

Las plantaciones forestales también desempeñan un papel importante en la protección de las cuencas hidrográficas, sobre todo, reduciendo los azolves a obras hidráulicas, lagos, lagunas y tierras corriente abajo.

Otro de los beneficios que proporcionan las plantaciones forestales es su influencia benéfica sobre las actividades agrícolas y ganaderas. Tan sólo en plantaciones con fines de protección contra el viento (cortinas rompevientos) en cultivos agrícolas, por ejemplo, se han reportado aumentos de un 25% en las cosechas de granos y de 22 % en papa (Grijpma, 1983). Las plantaciones de árboles y arbustos, en franjas o en cuadros, representan cinturones verdes que proporcionan refugio y alimento a gran variedad de aves y pequeños mamíferos.

Otro aspecto importante de las plantaciones forestales es la restauración ecológica, ya sea para aumentar las áreas verdes en el campo o en las ciudades, recuperación de suelos y freno a la alarmante desertificación que sufre el planeta.

1.2.2.6 Vías de desarrollo

En referencia a la economía, las plantaciones forestales representan una promisorio vía de desarrollo que en forma general abatiría la escasez de madera y reduciría las importaciones. Reynders y Carrillo (1976) señalan las contribuciones de los bosques artificiales a las economías nacionales en los siguientes aspectos:

- Alivian las deficiencias madereras y sustituyen las importaciones de madera y productos madereros,
- Aumentan las ganancias de las exportaciones de productos forestales,
- Proporcionan una base para el establecimiento de transformación maderera,
- Proporcionan empleo,
- Incrementan los ingresos imponiendo gravámenes sobre los beneficios de la industria y del empleo basados en los bosques artificiales,
- Dedicar las tierras de baja productividad a un uso más productivo,
- Recuperan terrenos degradados para el bosque.

1.3 Las plantaciones forestales en México

México es un país montañoso, ya que, según Bassols (1991) este tipo de orografía comprende, aproximadamente, el 86% del área nacional. En este sentido, se debe mencionar que la actividad forestal, concebida como actualmente se realiza en México (aprovechamiento de bosques naturales) se dificulta, sobre todo, en lo referente al abastecimiento, por lo escarpado de las áreas boscosas y la falta de rutas donde pudieran transportarse las trozas.

Dadas las condiciones físicas y geográficas de México, es necesario considerar que hay suficiente superficie para desarrollar plantaciones forestales: se señala que el

50% del territorio nacional es desértico; que el 30% está por encima de los 1 880 metros de altura sobre el nivel del mar, en donde existen seguridad relativa a la agricultura, pues más arriba, las heladas y el granizo limitan extremadamente los cultivos distintos a los granos básicos; que la mayoría del país tiene una precipitación pluvial baja; que el riesgo de sequía es permanente y que las zonas de mejor temporal son montañosas, donde la agricultura se dificulta (González y Cinco, 1994).

En resumen, la mayor parte del territorio de México es montañoso y de escasa precipitación y es, de allí, por lo que se recomiendan las plantaciones de especies forestales, árboles o arbustos, poco demandantes.

1.3.1 Evolución histórica de las plantaciones forestales en México

En México, las primeras experiencias tenidas con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, datan de la década de los 60's cuando la empresa Fibracel, S.A. establece en el estado de San Luís Potosí, plantaciones con fines de producción de materia prima para la fabricación de tableros aglomerados, abarcando 2 500 hectáreas con varias especies de eucalipto.

Otro antecedente importante lo constituye la plantación comercial hecha en La Sabana, Oaxaca, realizada por Fábricas de Papel Tuxtepec, a partir de la década de los 70's, en un área de 8 500 hectáreas, de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, con el propósito de producir materia prima para la elaboración de celulosa para papel periódico.

La empresa Ponderosa Industrial, realiza plantaciones de eucalipto, a fin de probar el

comportamiento de diversas especies para la producción de celulosa. Estas plantaciones se iniciaron en el estado de Sinaloa; para el año de 1992 alcanzaron una superficie de 500 hectáreas (Fortes, 1994).

En el año de 1992, la empresa Plantaciones Industriales Mexicanas, estableció la plantación de 10 500 hectáreas de eucalipto en Ojinaga, Chihuahua, con la finalidad de producir celulosa para la fabricación de papel (Fortes, 1994).

En Veracruz, la empresa Plantaciones Forestales del Sureste, estableció en los años de 1989 y 1990, dos módulos demostrativos con diversas especies de eucalipto como parte de un proyecto para la producción y exportación de astilla de madera para la producción de celulosa (Fortes, 1994).

Para 1994, la Subsecretaría Forestal tenía identificados seis proyectos de plantaciones de eucalipto en los estados de Baja California, Durango, Chihuahua, Guerrero, Sinaloa y Tamaulipas; con una superficie programada de 68 500 ha. En el estado de Tabasco, se tenían seis proyectos con empresas privadas como grupo Interfin, ICA, Louisiana Pacific, y Guinness y asociados, de Inglaterra, con una superficie de 52 500 hectáreas. Otro proyecto reciente lo constituye la empresa Pulsar con plantaciones de eucalipto en el municipio de Emiliano Zapata en Tabasco con 300 000 hectáreas.

1.3.2 Obstáculos para realizar plantaciones forestales

En México no hay bosques nacionales en donde se pudieran realizar algunos esfuerzos para establecer plantaciones con diversos fines. Se reconocen jurídicamente tres tipos de tenencia de la tierra:

particular, ejidal, y comunal. La distribución del territorio de México, de acuerdo al tipo de propiedad, es la siguiente: 75% corresponde a ejidos y comunidades y, el restante, a propiedades particulares.

Dado a que la legislación en materia agraria considera a la pequeña propiedad agrícola la que no exceda por individuos 100 ha de riego o humedad de primera o sus equivalentes en otras clases de tierras, la relación una hectárea de riego por 8 de bosque, monte o agostadero en terrenos áridos, reduce a la pequeña propiedad forestal a solo 800 hectáreas, con lo que se dificulta toda posibilidad de intentar llegar a realizar plantaciones con fines comerciales.

Con las reformas al Artículo 27 Constitucional, la nueva Ley Agraria y la nueva Ley Forestal se abren las expectativas de fomento a las plantaciones forestales. Estos cambios conciben la formación de sociedades comerciales, las cuales podrán ser propietarias de terrenos rústicos en la extensión que sea necesaria para el cumplimiento de su objetivo, así como también dota de plena personalidad jurídica a los núcleos de población ejidales, con lo cual se establece los procedimientos por los cuales los ejidatarios y comuneros podrán asociarse entre sí, con el estado y con terceros, y otorgar el uso de las tierras.

La nueva Ley Forestal contempla las plantaciones forestales como prioritarias ya que uno de los objetivos que persigue está expresado en el Artículo Primero, apartado cinco, que señala lo siguiente: “fomentar las labores de conservación, protección y restauración forestal, así como las plantaciones forestales y de otra naturaleza”.

También, es de recalcar la importancia que esta Ley le concede a la restauración ecológica aspecto, ya que en el Artículo Cinco, apartado nueve, señala lo siguiente: “formular y organizar en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Social, un programa permanente de forestación y reforestación para el rescate de zonas erosionadas”.

En conclusión, existe un marco legislativo propiciado por la reforma constitucional del Artículo 27, la nueva Ley Agraria y la recién aprobada Ley Forestal, que promueven las plantaciones, sin embargo, lo anterior deberá, en el futuro, complementarse con estímulos fiscales para aquellas sociedades o empresas que se dediquen a plantar.

La experiencia técnica de México en el campo de las plantaciones forestales industriales, es muy escasa, debido a las demandas de madera habían sido cubierta con el aprovechamiento de los bosques naturales. Aunque existen algunos casos, no hay suficiente información en cuanto a la selección de especies y la metodología de las plantaciones, que permitieran pronosticar en un futuro inmediato, el éxito deseado. Sin embargo, las investigaciones adelantadas en selección y mejoramiento de especies, técnicas de plantación y la existencia de recursos humanos formados en este campo, permite asegurar un ingreso exitoso a la actividad de las plantaciones forestales industriales en México.

1.4 Literatura citada

BAUMGARTNER, D. M; R. J. BOYD. 1976. Tree planting in the Inland Northwest. Washington State University Coop. Ext., Pullman, Washington. 311 p.

- BASSOLS BATALLA, A. 1991. Recursos Naturales de México. Editorial Nuestro Tiempo. México. 369 p.
- BONNEFOUS. 1973. ¿El Hombre o la Naturaleza?. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 397 p.
- BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E.K.S. (eds). 1984. Nutrition of Plantation Forests. Academic Press. Londres . 516 p.
- DYSON, W. G. 1965. The justification of plantation in the tropics. Turrialba (Costa Rica). 15(3):135-139. Traducido al Español en México y sus Bosques. 1966. (11-12): 19-24.
- EVANS, J. 1992. Plantation Forestry in the Tropics. Clarendon Press. Oxford. 472 p.
- FAO. 1982. Los Recursos Forestales Tropicales. Roma, Italia. 113 p.
- FAO. 1989. Evaluación de recursos Forestales 1990. Guía para la evaluación No. 6. Roma, Italia. Pp. 38-97.
- FAO. 1993. Montes: estadísticas ahora para mañana. Roma, Italia. 52 p.
- FIERROS GONZÁLEZ, A. M.; BERMÚDEZ RODRÍGUEZ, J de D. 1993. Apuntes del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p (Inédito).
- FORTES, A.R. 1994. Establecimiento de las plantaciones forestales comerciales en México. In Arteaga, B.; Musálem, M.A. (Eds.). IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SARH. México. D.F. pp.302-310.
- GRIJPMMA. P. 1983. Producción Forestal. Editorial Trillas. México, DF. 134 p.
- GONZÁLEZ, M.; CINCO, C. R. 1994. Paquete tecnológico de eucalipto para la producción comercial de leña en el Valle de Mexicali, B. C. In ARTEGA MARTÍNEZ, B.; MUSÁLEM, M. A. (Eds). IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-INIFAP. México, D. F. pp. 296-301.
- JAAKKO POYRY. 1987. Fast Growing Plantations: Impact on the International Market Pulp, Lineboard and Wood Face Paper Businesses. Helsinki. 80 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1990. Plantaciones forestales tropicales. In Taller internacional sobre investigación en silvicultura y manejo de selvas. SARH-INIFAP y USDA-FOREST SERVICE. Campeche, México. pp. 49-50.
- SARH-SF. 1991. Investigación existente sobre plantaciones y reforestación. PRONARE. México, D.F. pp. 2-15.
- SEMARNAP. 1996. Programa Forestal y de Suelos 1995-2000. México D.F. pp. 21-39.
- SMITH, N. 1981. World Watch Paper 42. World Watch Institute. Washington, D. C. pp.1-10.
- SOSA CEDILLO, V. 1995. Política nacional de fomento a las plantaciones forestales industriales. In Villa Salas, B. (Ed.) Memoria del Simposio sobre reforestación comercial. Chihuahua, Chihuahua, México. INIFAP. México, D.F. pp.11-51.
- SPEARS, J. S. 1979. Commonw. For. Rev. 58: 165-180.

REYNDERS, M. I.; CARRILLO
SANCHEZ, J. 1976. Introducción al curso
de reforestación. Escuela. Nacional de
Agricultura. Unidad de Enseñanza e
Investigación en Bosques. Chapingo,
México. 42 p.



ELECCIÓN DE ESPECIES



CAPÍTULO 2

ELECCIÓN DE ESPECIES¹

Miguel Ángel Musálem/², Aurelio Manuel Fierros/², Juan de Dios Bermúdez/³
Rosa Martínez Ruiz/³ y Gustavo Enrique Rojo/³

2.1 Introducción

En el presente capítulo se abordará el tema de la elección de especies a utilizar en una plantación forestal, para lo cual, en primer lugar, es necesario detallar los objetivos que persigue una plantación; se sigue, con un análisis de cómo afectan las características del sitio (clima, suelo, factores bióticos, entre otros) en la elección de las especies; para, posteriormente, señalar el manejo silvícola a realizar; también, se revisarán los beneficios o la conveniencia, dado el caso, de la utilización de especies exóticas en plantaciones forestales.

Dependiendo del tipo de plantación, será necesario ponderar algunos aspectos, por ejemplo, en las plantaciones comerciales, lo más importante es la especie, la cual tiene que cumplir con el objetivo de la plantación. En las plantaciones escénicas, lo que importa es el objetivo y, en este caso, existen una multitud de especies para dichos fines. En las demás plantaciones, lo que importa es la especie, de ahí que es necesario tomar en cuenta los objetivos y los sitios donde tenga que realizarse la plantación.

2.2 Factores a tomar en cuenta para la elección de especies

2.2.1 Objetivo de la plantación

En el capítulo anterior se dejó establecido por qué es necesario plantar, en este capítulo, lo que se pretende realizar es, responder la interrogante ¿qué plantar?. La respuesta a esta pregunta, no es sencilla y es necesario analizar muchos factores, tales como: el objetivo de la plantación, suelo, pendiente, topografía, vegetación y las características del lugar en que se va a plantar.

El objetivo de la plantación, constituye el primer paso, es decir, se tienen que definir los objetivos de la forma más precisa, para saber qué especies se van a seleccionar, para que cumplan con los objetivos establecidos para la plantación.

Para abordar algún tipo de clasificación de las plantaciones, por su objetivo, es necesario antes, definir el significado de las plantaciones forestales. Para tal efecto se recurrirá al concepto de plantaciones forestales empleado por la FAO (1982) en un estudio de los recursos forestales tropicales:

Plantaciones

El término plantaciones se usa para designar:

¹ El presente es una revisión, actualización y ampliación del Capítulo Introducción, contenido en FIERROS, A.M.; BERMÚDEZ, J.D. 1993. INTRODUCCIÓN. In Apuntes de Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (Curso CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 1-22. (Inédito).

² Ph.D. Silvicultura. Profesores de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

³ Alumnos del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Los bosques establecidos artificialmente, por repoblación de terrenos que previamente no estaban plantados de árboles;
- Los bosques establecidos artificialmente por repoblación de terrenos cubiertos por masas forestales en los 50 años anteriores o hasta donde llega la memoria. La operación supone la sustitución de las masas anteriores por otras nuevas y esencialmente diferentes.

En este estudio no se consideran como plantaciones aquellas masas establecidas por regeneración artificial que son esencialmente semejantes a las masas originales, aunque es evidente que también se trata de una plantación.

También, se clasifica a las plantaciones en industriales y no industriales, tanto de especies latifoliadas de rápido crecimiento y coníferas.

Existen otras clasificaciones de las plantaciones forestales. Jasso y Villareal (1978) en la Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales, proponen una clasificación muy detallada que comprende cinco grandes grupos: comerciales; investigación, experimentales y demostrativas; protectoras; escénicas, recreativas y sociales; y faunístico. Una modificación a esa clasificación se presenta en el Cuadro 7.

De acuerdo a lo anterior, los objetivos a alcanzar por los técnicos responsables o por los propietarios de los terrenos en donde se realizan estos trabajos, se pueden sintetizar como sigue (Oviedo y Capó, 1992):

• Plantaciones comerciales

Las plantaciones comerciales son aquellas que se realizan con un enfoque comercial,

es decir, son plantaciones con mercado asegurado desde su inicio.

No tiene caso establecer una plantación de madera para celulosa, cuando no se tiene ninguna fábrica de papel en la región. Por ello, al establecer determinada plantación comercial, ésta deberá responder a una demanda segura de mercado.

En cuanto al aspecto de rentabilidad, se pretende que las plantaciones sean eficientes en todas sus actividades productivas con el propósito de minimizar sus costos de producción, mismos que deberán ser menores que los ingresos a obtener por concepto de la venta del producto final, ya sea madera para celulosa, aserrío, aglomerado o árboles de navidad (obviamente existen muchos productos más a obtenerse, ya sean tangibles e intangibles).

Cuadro 7. Clasificación de las plantaciones forestales por su objetivo.

Clasificación	Objetivo
Comerciales	Industriales (aserrío, pulpa y papel, triplay, extractivos, medicinales, fibras) Artesanales Energéticos Alimenticios (frutos y semillas, esencias y condimentos) Producción de germoplasma Ornamentales
Protección y conservación	Para actividades agropecuarias En cuencas hidrológicas y vasos de almacenamiento Áreas erosionadas o en peligro de erosión Reservorio de acervo genético Refugios faunísticos Bancos clonales Arboretos
Escénicos	En ciudades Parques nacionales Áreas recreativas Carreteras y caminos

Fuente: Jasso y Villareal (1978).

- **Plantaciones protectoras**

Muchas veces se tienen superficies de terreno con aptitud forestal que están desprovistas de vegetación, ya sea por causas naturales o inducidas, y están expuestas a la erosión acelerada causada por el viento o el agua. En estas áreas, es necesario establecer plantaciones lo antes posible, ya que se aprovecharía el suelo que aún permanece y se le protegería contra la erosión. También, existen casos de áreas erosionadas, que con mayor dificultad es posible establecer plantaciones. En cualquiera de los casos, las plantaciones con fines protectoras antes que pretender la rentabilidad, tienen como objetivo central proteger los recursos asociados del bosque, como lo son: el suelo, el agua, la fauna y, en general, el medio ambiente.

- **Plantaciones escénicas**

Este tipo de plantaciones se establecen en lugares estratégicos, tales como avenidas, calles, colonias y carreteras, entre otros, es decir, lugares donde el paisaje escénico es importante para realizar algunas actividades de manera más placentera, como manejar, caminar, tomar fotografías, etc.

- **Plantaciones recreativas**

Estas plantaciones tienen como propósito fundamental establecer áreas arboladas con fines recreativos. Por ejemplo, establecer plantaciones en lugares aledaños a una ciudad para que los pobladores puedan realizar días de campo o excursión. Estas plantaciones también pueden establecerse en parques nacionales, zoológicos, parques y jardines, y en lugares de espera; en general, en los que las personas obtengan el beneficio de la recreación. De hecho, estas plantaciones también tienen un efecto

escénico importante, por lo que se pueden considerar de múltiple efecto, aunque su propósito principal haya sido el recreativo.

- **Plantaciones de interés faunístico**

Estas plantaciones tienen como propósito el fomento y/o conservación de la fauna silvestre en áreas forestales y establecer árboles con el propósito de fomentar la fauna silvestre.

2.2.2 Características del sitio

Una vez determinado el objetivo que se persigue con la plantación, la siguiente tarea consiste en estudiar las características del sitio como otro factor de importancia en la elección de la especie. Si se define al sitio como un área física en donde interactúan ambiente y el genotipo, entonces lo importante a considerar en esta etapa, son aquellos aspectos relacionados con el clima, suelo, factores topográficos y bióticos.

Clima. El medio ambiente se encuentra formado por factores físicos tales como el clima, la vegetación, el relieve, el suelo, entre otros. El clima es el factor más importante puesto que actúa sobre los otros factores modificándolos, esto posibilita la oportunidad de que climas semejantes conformen ambientes con vegetación y suelos parecidos. Hablando de selección de especies, quizá los aspectos más relevantes a considerar con relación al clima sean la precipitación y la temperatura. Para tal efecto, Evans (1992) menciona que son importantes la cantidad y distribución de la precipitación y las temperaturas extremas.

Precipitación. La precipitación varía según la región y está asociada, principalmente, al movimiento del aire dentro de la atmósfera, de tal forma que va de unos cuantos milímetros de precipitación anual en los

desiertos a varios miles en el Ecuador (Cuadro 8). Por tal razón las áreas cercanas al Ecuador presentan ventajas sobre las demás regiones dada la disponibilidad de humedad en el suelo. Pero no solo importa la cantidad de precipitación anual, sino también su distribución durante el año, sobre todo, la duración de la estación seca. Algunas especies muestran preferencia por un patrón de precipitación pluvial muy específico. Por ejemplo, la teca crece en climas tropicales húmedos pero prospera mejor donde hay una estación seca de 3 a 4 meses (Evans, 1992).

Tomando en cuenta la distribución de la precipitación, Landsberg *et al.* (1963) citado por Evans (1992), propone la siguiente clasificación:

- Clima lluvioso tropical. Sólo un período corto de secas y humedad para más de 9.5 meses, al año.
- Monzón o clima monzónico y climas alternos de humedad y sequía. Distinta longitud en períodos secos, 4.5 a 9.5 meses húmedos.
- Climas áridos. Menos de 4.5 meses con humedad.

Temperatura. Otro elemento del clima que influye grandemente en la elección de las especies lo constituye la temperatura. Debido a la oblicuidad de los rayos solares al llegar a tierra y a la duración del día a través del año, se han generado zonas en que las condiciones de calentamiento son diferentes.

Así por ejemplo, las temperaturas extremas (heladas, altas temperaturas) no son muy comunes en los trópicos salvo muy pocos lugares, en donde, por sus condiciones de altura sobre el nivel del mar limitan el crecimiento vegetativo.

Evans (1992) menciona que, para la elección de una especie, el promedio de temperatura de los meses más calientes y más fríos deberán ser comparados entre el hábitat natural y el área de plantación; la variación de la temperatura diurna y la ocurrencia de heladas son también importantes. Para tal efecto, el mismo autor, menciona como ejemplo de lo anterior que *Pinus patula* y *Eucalyptus grandis* se desarrollan mejor en el trópico fresco a diferencia de *Pinus caribaea* y *Eucalyptus deglupta*, que lo hacen mejor en áreas calientes.

Suelos. Evans (1992) señala que las principales propiedades de los suelos que afectan la selección de especies, que también determinan qué trabajos de preparación del suelo son requeridos previa a la plantación, son: profundidad, estructura física, fertilidad, reacción del suelo (pH) y salinidad. También, hay que considerar en el análisis el origen geológico de los suelos, así como también, los factores físico-topográficos, tales como la pendiente, la exposición y la altura.

Geología. Las características de los suelos dependen, principalmente, de la roca o material que les dió origen, de tal forma que los suelos gruesos, porosos y ácidos en los Montes Apalaches, propios para pinos, se hallan desarrollados a partir de arenisca (Spurr y Barnes, 1982). Muchos suelos son formados a partir del transporte de materiales por medio del agua, viento y gravedad producidos por la erosión y heladas tierras arriba. De dos franjas paralelas que sustentan diferentes tipos de vegetación en una región, se puede decir, con certeza, que el suelo es el responsable de ese tipo de cambios. Es decir, el origen geológico del suelo es una parte fundamental en la elegibilidad de una especie a plantar.

Cuadro 8. Distribución de la precipitación en algunas regiones del mundo.

Región	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Andagoya, Colombia	601	533	470	671	606	647	589	643	667	540	595	513	7089
Teapa, Tabasco, México	37	319	233	184	141	223	351	354	368	588	486	333	3900
Tierra Blanca, Veracruz, México	26	10	28	24	94	264	254	241	332	176	47	22	1520
San Francisco, California, EUA	122	91	79	25	18	2	0	0	8	25	61	117	548
Chihuahua, Chihuahua, México	7	4	4	4	10	27	80	80	71	24	9	12	333
El Mayor, Baja California, México	5.9	2.0	3.8	1.0	0.2	0.2	1.9	13.7	9.1	4.2	1.2	4.7	40.9

Fuente: García (1983).

Factores físicos. Dentro de los factores físicos los más importantes son los siguientes: profundidad, textura y estructura.

Profundidad del suelo. Los árboles se componen de una parte aérea y otra parte subterránea y que, al crecer, lo hace en ambos sentidos; es por tal razón que la profundidad del suelo juega un papel importante en la elección de especies a plantar. Por lo anterior, si se trata de promover plantaciones comerciales, éstas deberán de ser sobre buenos suelos, ya que si se hacen en suelos pobres, los resultados serían igualmente pobres. Los suelos poco profundos en sitios húmedos se apantan y en las secas se vuelven áridos, en general, reducen la estabilidad de la planta y resistencia a la sequía. Evans (1992) recomienda plantar árboles resistentes a la sequía en suelos poco profundos y árboles tolerantes a condiciones anaeróbicas (en el suelo) en sitios húmedos y pantanosos.

Estructura del suelo. La estructura del suelo influye en la retención y movimiento del agua en los perfiles, aereación, fertilidad (capacidad de intercambio catiónico) y penetrabilidad por las raíces de los árboles (Evans, 1992).

Textura del Suelo. A la proporción relativa de las clases de tamaño de las partículas que forman un suelo se le conoce como textura, y esta propiedad influye directamente sobre el crecimiento de los árboles. Los suelos van de los arcillosos, que son pesados, a los arenosos que son ligeros, pasando por suelos intermedios, es decir, por los húmicos, que son los más apropiados para el crecimiento de los árboles. Los suelos arcillosos tienen la ventaja de ser muy ricos en contenido de nutrientes minerales pero tienen el defecto de tener mal drenaje, por lo contrario, los suelos arenosos presentan buen drenaje pero no son fértiles.

Factores químicos. Dentro de los factores químicos es de mencionarse que la fertilidad y el pH son de suma importancia en la elección de una especie. El género *Pinus* crece en suelos con pH moderadamente ácidos, de 3.5 a 6.0. Según Evans (1992) la acidez de un suelo es importante porque influye en la disponibilidad de nutrientes y porque algunas especies son sensitivas al pH.

La fertilidad de los suelos para plantaciones forestales es otro factor importante, ya que para suelos pobres se

deberán seleccionar especies poco demandantes, a menos que se quiera fertilizar el suelo, para la plantación. La *Araucaria spp.* requiere suelos más fértiles que los *Pinus spp.*, especialmente, en contenido de nitrógeno.

Fauna y flora del suelo. Los árboles como son las coníferas, en particular los pinos, cuentan con un factor que les permite mejorar su crecimiento, desarrollo y adaptación a diferentes hábitats: las micorrizas (Cozzo, 1976).

Las micorrizas son hongos especializados, que trabajan en asociación con las raíces de las plantas. Estos hongos son llamados simbióticos, por que toman de la planta celulosas y algunos compuestos orgánicos básicos, que no pueden sintetizar y que le son necesarios para la vida; a la vez como contraparte, le ayudan a fijar elementos como el fósforo y algunos minerales del suelo, que a la planta por sí sola le es difícil asimilar, aumentando el campo de absorción de su raíz. La vida del hongo y el desarrollo de la planta son, por tanto, una serie de eventos de mutua necesidad, convirtiéndose en dependientes, el uno del otro.

Se conocen muchos árboles que se asocian con los hongos micorrizógenos como el roble y el pino, entre muchos otros. Aunque la investigación con especies tropicales es muy reciente, parece que la mayoría tiene algún tipo de micorriza. Se sabe que el asocio árbol-micorriza, estimula muy activamente el desarrollo de la planta, por lo cual, es indispensable una adecuada inoculación de los hongos en la etapa de vivero (Cozzo, 1976).

La mayoría de los hongos micorrizógenos, corresponden en la clasificación taxonómica, a las familias Agraciace y Boletaceae, especialmente los géneros

Boletus, *Amanita* y *Trichlema*. Las micorrizas se pueden agrupar en tres principales clases y son:

- Endomicorrizas. El hongo se localiza en la parte interna de la raíz y, muchas veces, se puede ver sólo al microscopio.
- Ectomicorrizas. El hongo se localiza en la parte externa de la raíz, formando capas con espesor variable y muchas veces formando nódulos, que se presentan como tumoraciones usualmente blanquecinos alrededor de las raíces, fácilmente identificables a simple vista.
- Ectendomicorrizas. En algunas especies, existen hongos que se localizan en la parte interna, y la parte externa de la raíz a la vez.

Existen también bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico y lo convierten en alguna forma utilizable por los árboles, los géneros más representativos son *Clostridium* y *Azotobacter*.

Factores bióticos. Los factores de tipo biológico también tienen influencia en la elección de especies para una plantación, aunque menos que la ejercida por el clima y el suelo. Tal vez lo más destacable en este aspecto lo constituyan las plagas, enfermedades, fauna y vegetación nativa indeseable, que pudieran afectar a las plantaciones.

Fauna. En este aspecto hay que considerar tanto a la pequeña como a la grande fauna. Si existe el riesgo de que grandes herbívoros ataquen las plantaciones, no queda otro remedio de restringir el acceso de dicha fauna a la plantación; la solución es el cercado del área. Otra alternativa la constituye la plantación de especies que no sean palatables a esos herbívoros.

Plagas y enfermedades. Otro de los factores que deben ser analizados es la presencia de plagas y enfermedades que pudieran afectar a los árboles que en el futuro sean plantados, se seleccionarán especies resistentes o inmunes al ataque de los mismos. Una relación de plagas asociadas a las plantaciones forestales se presenta en el Cuadro 9.

Vegetación nativa indeseable. En cuanto a la presencia de vegetación alelopática o vegetación competidora, no hay alternativa alguna más que su eliminación, ya sea por métodos químicos, mecánicos o de otra índole.

Adecuación ecológica de la especie. Sobre este tema, Vela (1980) citando a Pfister y tomando como base los hábitats tipo de Daubenmire (1968), los resume de la siguiente manera:

- En el área de distribución de una especie, ésta se encuentra asociada con otras. Cada una de las combinaciones de especies arbóreas se considera como un hábitat tipo, siempre y cuando se trate de comunidades clímax. Estos hábitats tipo pueden subdividirse tomando en cuenta las especies que crecen en el sotobosque. Si se conocen las etapas sucesionales de una comunidad determinada, pueden definirse los hábitats tipo con base en la vegetación secundaria.
- Hecha la delimitación de los hábitats tipo, se procede a clasificar las especies arbóreas presentes, en especies clímax y especies serales y accidentales.
- Tomando en cuenta lo anterior se procede a dividir las especies en deseables y aceptables (Cuadro 10).

Otros riesgos

No solo el clima, el suelo o los factores bióticos influyen en la selección; existen

otros factores que deben ser considerados, tales como: las inundaciones, vientos, presencia continua de incendios y fuentes contaminantes.

Inundaciones. Existen muchos sitios que pudieran ser utilizados para plantaciones forestales que continuamente están sujetos a inundaciones, allí se deben seleccionar especies tolerantes a inundaciones; *Eucalyptus robusta* ha prosperado a lo largo de ríos donde las inundaciones ocurren regularmente (Evans, 1992).

Cuadro 9. Plagas relacionadas con plantaciones forestales.

Nombre del insecto	Tipo de plaga	Especies forestales atacadas
<i>Rhyacionia frustrana</i>	Barrenador de brote	<i>Pinus caribea</i>
<i>Dendroctonus</i> sp.	Descortezador	<i>Pinus caribea</i>
<i>Neoclytus cacticus</i>	Barrenador del xilema	<i>Tectona grandis</i>
<i>Aepytus</i> sp.	Barrenador del xilema	<i>Gmelina arborea</i>
<i>Hypsipyla grandella</i>	Barrenador	<i>Cedrela mexicana</i> <i>Swietenia macrophylla</i>
<i>Scolytodes alni</i>	Barrenador del liber	<i>Alnus</i> sp.

Fuente: CATIE (1991)

Fuego. En donde el riesgo de fuego es continuo, se deben seleccionar especies resistentes al fuego (corteza gruesa, buena capacidad de autopoda, rápido crecimiento, conos resistentes, etc.) o bien, utilizar especies resistentes al fuego como cortafuego y protección de la especie principal.

Vientos. Generalmente, en lugares donde la presencia de fuertes vientos es continua, se tienen que considerar especies resistentes a los vientos tales como *Casuarina esquisetifolia* y *Cordia alliodora* que cuentan con un buen anclaje y tronco flexible.

Una vez hechas todas consideraciones anteriores y tomando como base lo dicho por Vela (1980) se recomienda tomar en cuenta los siguientes fundamentos para hacer una elección de especies:

- Las especies deben ser ecológicamente apropiadas para el sitio de plantación.
- El origen de la semilla debe corresponder a las características ecológicas del sitio.
- Es recomendable utilizar material genéticamente mejorado.
- Las especies deben ser adecuadas a los objetivos de manejo.

Generalmente, en lugares donde la presencia de fuertes vientos es continua, se tienen que considerar especies resistentes a los vientos tales como *Casuarina esquisetifolia* y *Cordia alliodora* que

cuentan con un buen anclaje y tronco flexible.

Una vez hechas todas consideraciones anteriores y tomando como base lo dicho por Vela (1980) se recomienda tomar en cuenta los siguientes fundamentos para hacer una elección de especies:

- Las especies deben ser ecológicamente apropiadas para el sitio de plantación.
- El origen de la semilla debe corresponder a las características ecológicas del sitio.
- Es recomendable utilizar material genéticamente mejorado.
- Las especies deben ser adecuadas a los objetivos de manejo.
- Deben tomarse en cuanta las plagas y enfermedades conocidas en la región.

Cuadro 10. Distribución y función de especies arbóreas por hábitat tipo modificado

Especies arbóreas	PP	DF	L	LP	GF	WP	C	WH	ES	AF	WH	WHP
<i>Pinus ponderosa</i> / <i>Stipa</i>	C											
<i>Pinus ponderosa</i> / <i>Agropyron</i>	C											
<i>Pinus ponderosa</i> / <i>Festuca</i>	C											
<i>Pinus ponderosa</i> / <i>Symphoricarpos</i>	C											
<i>Pinus ponderosa</i> / <i>Physocarpus</i>	C											
<i>Pseudotsuga</i> / <i>Symphoricarpos</i>	s	C	(s)	(s)								
<i>Pseudotsuga</i> / <i>Calamagrostis</i>	(s)	C	(s)	S								
<i>Pseudotsuga</i> / <i>Physocarpus</i>	s	C	(s)	(s)								
<i>Abies grandis</i> / <i>Pachistima</i>	s	s	(s)	(s)	C	(s)			(s)			
<i>Thuja plicata</i> / <i>Pachistima</i>	A	s	s	S	S	s	C		A			
<i>Tsuga heterophylla</i> / <i>Pachistima</i>	A	s	s	S	S	s	c	C	(s)	(s)		
<i>Thuja plicata</i> / <i>Athyrium</i>		A			S	s	C		s			
<i>Thuja plicata</i> / <i>Oplopanax</i>		A	A			s	C	c	s			
<i>Abies lasiocarpa</i> / <i>Pachistima</i>		s	s	S	(s)	(s)	A	A	c	C		
<i>Abies lasiocarpa</i> / <i>Xerophyllum</i>		(s)	(s)	(s)		(s)			(s)	C		(s)
<i>Tsuga mertensiana</i> / <i>Xerophyllum</i>		(s)	(s)	(s)		(s)			(s)	c	C	s
<i>Abies lasiocarpa</i> / <i>Menziesia</i>			(s)	(s)		(s)		A	s	C	c	(s)
<i>Tsuga mertensiana</i> / <i>Menziesia</i>			(s)	(s)					s	c	C	(s)
<i>Abies lasiocarpa</i> / <i>Vaccinium</i>			(s)	S					C	C		
<i>Pinus albicaulis</i> / <i>Abies lasiocarpa</i>									(s)			C

Fuente: Daubenmire (1968), Vela (1978).

C= Especies clímax principales / c= Especies clímax menores / A= Ocurrencia occidental / s= Seral / (s)= Seral sólo en ciertas áreas del tipo

PP: *Pinus ponderosa* / DF: *Pseudotsuga menziesii* / L: *Larix occidentalis* / LP: *Pinus contorta* / GF: *Abies grandis* / C: *Thuja plicata*

WH: *Tsuga heterophylla* / ES: *Picea engelmanni* / AF: *Abies lasiocarpa* / *Tsuga mertensiana* / WHP: *Pinus albicaulis*.

- Los árboles plantados deben sobrevivir y crecer bien.
- Es deseable una mezcla de especies.

Manejo silvícola a realizar

Una vez definido el objetivo de la plantación y evaluadas las características del sitio, el siguiente paso consiste en analizar el manejo silvícola a realizar una vez iniciado el proceso de la plantación. Quizá el detalle más importante en este momento lo constituya el hecho de que se tenga que elegir un método de plantación que se adapte a las condiciones del sitio, según el objetivo perseguido.

Métodos de plantación

No es el objetivo de este capítulo describir todos los métodos de plantación; aquí se limitará a mencionar solo los que por su éxito, han demostrado condiciones de operatividad. Se enfatizarán los métodos mecanizados.

Los métodos de plantación dependen grandemente del tipo de planta que se provee. Tomando en cuenta la naturaleza del material para la plantación, éste puede tener varias presentaciones, entre las más comunes se mencionan las siguientes:

- Planta a raíz desnuda
- Plantas en envase tradicional
- Pseudoestacas
- Estacas
- Plantas deshojadas

Los métodos de plantación, según Toumey y Korstian (1942) citados por Hawley y Smith (1972) se han dividido en dos categorías: los métodos de compresión y los métodos de hoyos excavados; en los primeros, con un instrumento cortante, se hace un orificio en el suelo para la planta, apartando el suelo a un lado, una vez que el

árbol ha sido introducido, se vuelve a apretar el suelo alrededor de las raíces para asegurar que la humedad se mantenga; y en los métodos de hoyos excavados, se hace un orificio extrayendo la tierra y amontonándola a un lado con fin de que al ser colocado el árbol en el orificio se reintegre la tierra para mantener la humedad.

Método de plantación con barra. Este es el método de plantar árboles a mano más rápido, es un buen ejemplo de plantación por compresión. De acuerdo con Rudolf (1950) citado por Hawley y Smith (1972), un equipo experimentado puede establecer 1 500 árboles por hombre al día. El método solo es aplicable en suelos arenosos.

Método de plantación con azadón o con zapapico. Pueden plantarse 700 árboles por hombre al día, es una técnica de compresión un tanto modificada, la diferencia radica en que el suelo es extraído en parte del orificio en lugar de echarlo simplemente a un lado. Es obvio que este método deba ser empleado en suelos rocosos o con un elevado contenido de arcillas.

Método del hoyo de pared vertical. Según Rudolf (1950) citado por Hawley y Smith (1972) no es método práctico debido a que un hombre solo puede plantar 600 árboles por día. La operación consiste en abrir un hoyo con un lado liso y vertical y se rellena el hoyo con una capa fina de suelo fresco y suelto.

Método de hoyo centrado. Se sitúa el árbol en el centro del hoyo, las raíces son dirigidas según sus ramajes, sin obligarlas a estar en un plano vertical u horizontal.

Método de hoyo con montículo. Se hace un agujero en cuyo centro haya un montículo de tal forma que la sección transversal del

hoyo asemeje una “W”. La mitad de las raíces del árbol son dirigidas a ambos lados del montículo y aprisionadas en esa dirección. Rudolf (1950) citado por Hawley y Smith (1972), indica que este método de plantación es recomendado para suelos arenosos y libres de piedras y raíces que solo se llegan a plantar 500 árboles por hombre al día.

El manejo silvícola es guiado, por dos aspectos; el primero, se refiere al tipo de productos a obtener y, el segundo, por la forma en que se va a asegurar la continuidad del bosque, es decir, su regeneración. En cuanto al tipo de productos a obtener una vez seleccionada la especie, la única forma de concebirlo es mediante el control de la duración de la rotación; en general, para la producción de madera destinada a la fabricación de papel la rotación puede durar hasta 15 años y, la rotación de árboles para la producción de chapa puede durar hasta 25 años.

La continuidad o la renovación del bosque artificial pueden lograrse por regeneración natural o artificial. La primera puede lograrse mediante semilla o bien aprovechando la capacidad de rebrote que tienen algunas especies forestales, un buen ejemplo de esto último lo son algunas especies de eucalipto, sauce y teca.

2.3. Selección de especies potenciales

Una vez analizados los factores que influyen en la selección de una especie, se recurre a aquellas que potencialmente pudieran satisfacer los objetivos de la plantación, así como también, puedan adaptarse a: las condiciones del sitio; requerimientos tecnológicos; crecimiento adecuado; resistencia a enfermedades, plagas e imprevistos; y planes de multipropósito; se dice que una especie que cumpla con los requisitos señalados

anteriormente se le considera una especie potencial.

Peck (1976) señala una serie de características deseables en especies para plantaciones forestales:

- Características tecnológicas aptas para la fabricación de un determinado producto.
- Disponibilidad de semillas en cantidades apropiadas.
- Buen comportamiento (evaluado en sobrevivencia inicial y mortalidad anual mínima).
- Crecimiento que no sea restringido a sitios muy específicos.
- Rápido crecimiento:
- Inicial, para dominar la maleza
- Sostenido, para una rotación máxima de 25 años
- Buena forma del fuste y poda natural.
- Resistencia a ataque de insectos u otras plagas.

Es necesario que la especie seleccionada sea de la misma zona en donde se va a plantar, o bien, proceda de áreas de clima y suelo similar al lugar de la plantación. En cuanto a la selección de la especie a plantar, es obvio que se recurrirá a diversas fuentes de información que de alguna manera integren en forma resumida las exigencias ambientales, silvícolas, edáficas y de protección, de la misma; así como las experiencias que se tengan de plantaciones forestales en su ambiente y fuera de su medio en caso de que las haya. Para tal efecto se recomienda reunir información de las siguientes fuentes:

- Lista de compilaciones. Producidas por conferencias, talleres, o como manuales guía, por ejemplo: Tropical silvics manual, cubriendo más de 30 especies, producida por el Instituto de Silvicultura Tropical de Puerto Rico.

- Monografías, bibliografías, y revisiones de especies o géneros. Ejemplo de ello lo constituye *Eucalyptus for planting* (Jacobs, 1964).
- Especies seleccionadas para condiciones bien definidas. Hay numerosos ejemplos: *Tree planting practices in African savannas* (Laurie, 1974), *A general silviculture of India* (Champion y Seth 1968, citado por Evans, 1992).
- Informes de países locales. Ejemplo de ello son: *The cultivation and management of commercial pine plantations in South Africa* (Marsh, 1978 citado por Evans 1992), *Gmelina arborea in Nigeria* (Adegbehin et al., 1978 citado por Evans, 1992).
- Selección de especies por uso-final. Muchos reportes describen las propiedades y características de especies en plantaciones tropicales para varios usos. Por ejemplo, para combustible (Burley, 1980 citado por Evans, 1992).
- Selección de especies por medio de programas de cómputo, un ejemplo es: *A Guide to Species Selection for Tropical and Sub-tropical Plantations* (Webb et al., 1984).

Se reconocen varias metodologías para la introducción de especies para el establecimiento de un bosque artificial, a continuación se sugiere la propuesta por Peck (1976):

- Etapa 1. Especies posibles. En esta etapa se procede a evaluar muchas especies, debido a que los conocimientos sobre los requerimientos de sitio y las características de la especie son pocos. Eliminándose aquellas especies que no se aclimatan o que su crecimiento es lento o no satisfactorio.
- Etapa 2. Especies promisorias. Son aquellas que han demostrado buen comportamiento y crecimiento inicial.

- Etapa 3. Piloto. En una escala grande de plantación.
- Etapa 4. Comercial.

2.4 Especies nativas y especies exóticas

En esta sección se analizan las ventajas y desventajas que representa el hecho de seleccionar una especie exótica o nativa. Una exótica o introducida se refiere a una especie que crece fuera de su límite natural de ocurrencia; en contraposición, una nativa o indígena es aquella que crece dentro de sus límites naturales y aunque no es muy próspera en todos los sitios de su distribución natural.

2.4.1 Especies nativas

La elección de una especie nativa para ser utilizada en una plantación forestal representa algunas ventajas sobre las exóticas. Evans (1992) menciona las siguientes:

- El crecimiento en rodales naturales proporciona algún conocimiento de la producción o rendimiento de la plantación. Es decir, de alguna manera u otra más o menos se conoce el crecimiento y comportamiento de la especie.
- Las especies están bien adaptadas a su ambiente, esto puede darles menor susceptibilidad a serios daños por ataque de enfermedades y plagas.
- Las especies nativas incluso en monocultivos son generalmente consideradas de mayor valor ecológico que las exóticas para la conservación de la flora y la fauna nativa.
- Las industrias locales presentan una marcada costumbre de uso por las especies nativas.

Se tienen, además de las ventajas señaladas anteriormente, la posibilidad de una fuente

de semilla más o menos segura. Las especies indígenas han sido usadas ampliamente en plantaciones forestales de diversa índole, ejemplos de ello, son los realizados en Indonesia con *Pinus merkusii*; en Filipinas y Papua Nueva Guinea con *Eucalyptus deglupta*; en la India con *Tectona grandis* y *Dalbergia latifolia*.

2.4.2 Especies exóticas

Hay muchos ejemplos en el mundo de plantaciones con especies exóticas, tal vez, el más representativo lo constituya el *Pinus radiata* empleado en plantaciones forestales en Chile. El empleo de exóticas en plantaciones forestales se debe, fundamentalmente, al hecho de que, por un lado, en el mundo existe una gran diversidad de especies y, por el otro, existen áreas que aunque estén muy retiradas unas de otras presentan una similitud extraordinaria en cuanto a condiciones de clima y suelo. De tal forma que una especie exótica puede prosperar en una región con condiciones similares de clima y suelo más la ventaja que representa el hecho de que en ese lugar no existen las plagas y enfermedades que la acosan en su hábitat natural.

Zobel *et al.* (1992) citado por Evans (1992) menciona las siguientes ventajas en el empleo de exóticas:

- Se amplía la posibilidad de elección, siendo mayor la posibilidad de encontrar una especie bien adaptada al sitio de la plantación.
- Una especie exótica fuera de su hábitat natural se encuentra frecuentemente libre de sus enemigos naturales tales como enfermedades y plagas.

Las desventajas en el uso de exóticas, principalmente, se debe al abastecimiento

de semilla, la cual, en la mayoría de los casos, es cara y escasa, en ocasiones cuesta cientos de dólares por kilogramo (Evans, 1992). Otra de las desventajas, es que la exótica puede resultar ecológicamente incompatible y susceptible a ser atacadas por plagas y del poco o nulo conocimiento acerca de su comportamiento en el nuevo sitio.

2.4.2.1. Características de una buena especie exótica

De entrada, la exótica debe de superar a la nativa en varios puntos, el primero de ellos y quizás el más importante (dependiendo del objetivo) sea el crecimiento, es decir, el rápido crecimiento se va a manifestar en alto volumen de producción.

Otra característica de una buena exótica es que, de acuerdo al objetivo, produzca materia prima adecuada, en cuanto a las propiedades de la madera se refiere, para la elaboración de un cierto producto.

Las exóticas deben tener un vigoroso sistema radicular para que no sean dañados por agentes del suelo en general, ser resistentes a plagas, enfermedades y otros factores.

En cuanto a la disponibilidad de semilla, Jacobs (1964) menciona que un árbol solamente puede ser exótico siempre y cuando el abastecimiento de semilla adecuada sea disponible, o bien, la reproducción vegetativa sea practicable a gran escala.

Resumiendo, una buena especie exótica debe contar, además de las características anteriores, con las siguientes: ser pionera y tolerante, ser de fácil reproducción, y presentar hábitos gregarios.

2.4.2.2. Por qué se recurre a exóticas

Los árboles forestales exóticos son de gran importancia y la tendencia al uso de exóticas en plantaciones es cada vez más grande. Para responder a la pregunta de por qué se utilizan especies exóticas en plantaciones, la respuesta abarca varios puntos:

- Complemento a la producción.
- No hay especies adecuadas, o bien, si las hubiera son de bajo crecimiento.
- Difícil manejo silvícola.
- Poco conocimiento de nativas, sobre todo, en cuanto a su reproducción y propiedades de la madera.

2.5 Literatura citada

- ALLAN, T.G.; AKWADA, E.C.C. 1977. Land clearing and site preparation in the Nigerian savanna. In *Savanna Afforestation in Africa*. FAO, Roma. pp. 123-138.
- CATIE. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central: Guía de Campo. CATIE. Manual técnico No. 4. Turrialba, Costa Rica. 185 p.
- COZZO, D. 1976. Tecnología de la reforestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires. pp. 63-82.
- EVANS, J. 1982. *Plantation Forestry in the Tropics*. Clarendon, Oxford. 472 p.
- FAO. 1982. *Los Recursos Forestales Tropicales*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 113 p.
- FIERROS GONZÁLEZ, A. M.; BERMÚDEZ RODRÍGUEZ, J de D. 1993. *Apuntes del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (CF 690)*. Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p (Inédito).
- GARCÍA DE MIRANDA, E. 1983. *Apuntes de Climatología*. UNAM. México. 153 p.
- HAWLEY, R.; SMITH, D. 1972. *Silvicultura práctica*. Omega. Barcelona. 544 p.
- JASSO MATA, J.; VILLARREAL CANTÓN, R. 1978. Necesidad de la investigación sobre mejoramiento genético para las plantaciones forestales en México. In *Primera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales*. Memoria. México, D.F. Diciembre de 1978. SARH. Publicación Especial No. 13. pp 14-21.
- JACOBS, M. R. 1964. The use of exotic trees. *Australian Forestry* 28 (3):150 - 156.
- LAURIE, M.V. 1974. Tree planting practices in African savannas. *Forestry Development Paper No.19*.FAO, Roma. pp.4-8.
- OVIDO, R.; CAPÓ, M.A. 1992. *Apuntes sobre plantaciones forestales*. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 4-7.
- PECK, R. B. 1976. Selección de especies para el establecimiento de bosques artificiales. Curso intensivo sobre manejo y aprovechamiento de bosques artificiales. 2 de febrero al 12 de marzo de 1976. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 1-6.
- TOUMEY, J. W.; C.F. KORSTIAN. 1947. *Seeding and planting in the practice of forestry*. 3rd ed. Jon Wiley and Sons, Inc. New York and London. pp. 18
- VELA GÁLVEZ, L.; PATIÑO VALERA, F. 1980. Criterios para el establecimiento de plantaciones forestales por área

ecológica. *In* Segunda Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Tuxtla , Gutiérrez, Chiapas. pp.101-129.

SPURR, S.H.; BARNES, B.V. 1982. Ecología Forestal. México. 690 p.

WEBB B.D; WOOD, P.J.; SMITH, P.J.; HENMAN, G.S. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. University of Oxford. pp.3.



MÉTODOS DE PLANTACIÓN



CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE PLANTACIÓN/¹

Miguel Ángel Musálem/², Aurelio Manuel Fierros/², Juan de Dios Bermúdez/³
Rosa Martínez Ruiz/³ y Gustavo Enrique Rojo/³

3.1 Introducción

En este capítulo, se describe la necesidad de un levantamiento previo a la plantación que sirva como guía para la toma de decisiones en aspectos tales como infraestructura, condiciones edáficas y topográficas; luego, se analizan los tipos vegetales y cómo influyen en los futuros trabajos de preparación del sitio. Se sigue con un análisis del tipo y condiciones de terreno con el fin de describir las formas de laboreo previas a la plantación para, posteriormente, continuar con la descripción de la plantación de brinzales.

3.2 Necesidad de un levantamiento previo

Alguna forma de reconocimiento debe ser realizada sobre el terreno donde se va a realizar la plantación, que sirva para conocer el medio ambiente en el que se van a establecer las nuevas plantas, las diversas condiciones de suelo, exposiciones, pendientes, refugios de fauna silvestre, monumentos naturales o sitios de alguna otra importancia. A tal reconocimiento se le conoce como levantamiento previo

(Cuadro 11) y es una actividad que ayuda a planear los trabajos preparativos a la plantación, así como también, a los trabajos que se realizarán después de la plantación. Tal vez, lo más importante de esta actividad sea determinar y ubicar las áreas que serán destinadas a: Plantaciones; red de caminos (transporte de plantas y red de abastecimiento); áreas a segregar con fines de protección, conservación, recreación y fauna; brechas corta fuego; líneas de electricidad; y de comunicaciones.

Para la realización de tal actividad es de gran ayuda contar con fotografías aéreas de la zona, de preferencia de escala 1:10 000, o bien, planos o mapas topográficos que representen la situación del terreno. Una vez recorrida el área se delimitan y ubican en el plano o mapa lo siguiente:

- Áreas de plantación (por especies)
- Compartimentos
- Protección
- Recreación
- Fauna
- Brechas corta fuego
- Líneas de electricidad y comunicación

¹ El presente es una revisión, actualización y ampliación del Capítulo MÉTODOS DE PLANTACIÓN, contenido en FIERROS, A.M.; BERMÚDEZ, J.D. 1993. MÉTODOS DE PLANTACIÓN. In Apuntes de Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (Curso CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 42-61. (Inédito).

² Ph.D. Silvicultura. Profesores de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

³ Alumnos del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Cuadro 11. Aspectos que deben considerarse en el levantamiento previo del sitio de plantación

Localización

Nombre del predio
Ejido, comunidad y propiedad
Municipio
Fotografía aérea No.
Altitud
Latitud
Longitud

Topografía

Pendiente
Exposición
Características

Suelo

Profundidad
Textura
Estructura
Contenido de rocas y piedras mayores de 2.5 cm.
Grado de erosión
Potencial de erosión

Bióticas

Animales
Enfermedades
Plagas

Clima

Precipitación
Temporal de lluvias
Temperatura media anual
Media del mes más caliente
Media del mes más frío
Fecha de la primera helada
Fecha de la última helada

Ahora bien, ya sea en el mismo mapa o en otro se deben definir y delimitar, en base a los resultados del reconocimiento previo, los tipos de preparación de sitio que sean requeridos; habrá sitios donde sólo sea necesario una quema sin laboreo antes de la plantación, como también habrá sitios en donde sea necesario una preparación más sofisticada del sitio que comprenda no solo la aplicación de un método sino la combinación de varios de ellos.

3.2.1 Elección de sitios a plantar

Los sitios deben priorizarse dentro del predio para plantar ahí donde es más fácil establecer la plantación y donde hay mayor probabilidad de éxito. Por ejemplo, una área recién quemada debe plantarse inmediatamente, porque ahí, el sitio ya está preparado. De no hacerse, los arbustos invadirán el área.

Los sitios que mayores dificultades ofrecen para el establecimiento son los muy erosionados y aquellos ocupados por matorrales antiguos multiestratificados. Desafortunadamente, los sitios con mayor potencial de productividad son también los que más favorecen el crecimiento de vegetación competidora.

Al decidir sobre el método de preparación del terreno, deben considerarse las condiciones concretas de cada sitio, por ejemplo: áreas recién quemadas, áreas recientemente aprovechadas a matarrasa con pocos arbustos; áreas con fallas dentro de plantaciones recientes; claros dentro del bosque; matorrales jóvenes de composición y estructura simple; matorrales viejos mezclados con bosques no comerciales y áreas erosionadas, pedregosas o degradadas (Oviedo y Capó, 1992).

Según Moreno *et al.* (1994) algunos de los factores que se deben de considerar en la selección del sitio para una plantación forestal son:

- Medio ambiente físico-climático y biótico.
- Distancias ponderadas a:
- Mercados
- Fuentes de mano de obra
- Fuentes de abastecimiento de insumos
- Brotes de plagas y enfermedades
- Vías de comunicación

- Presencia o necesidad de áreas protegidas y restringidas.
- Tipo y distribución de tenencia de la tierra y organización social.
- Distribución espacial de áreas con diferentes costos y beneficios.

3.3. Preparación del sitio

El término preparación del sitio, se refiere, principalmente, al cultivo del sitio de manera que se asegure una sobrevivencia alta y un rápido crecimiento inicial. Evans (1992) señala que la preparación de la tierra pretende asegurar una alta supervivencia y rápido crecimiento inicial de la plantación, debido a:

- Control de la vegetación competitiva;
- La remoción de obstáculos físicos para el crecimiento del árbol;
- Laboreo para mejorar la estructura del suelo primariamente para ayudar a la raíz pero también la disposición de nutrientes;
- Modificación del drenaje natural ya sea para mejorar el drenaje de sitios mojados o retener humedad en sitios secos;
- La construcción de diques en contorno, terrazas, u otros trabajos de ingeniería para reducir la erosión del suelo.

Es claro que la preparación de la tierra depende de las características del sitio, y resulta claro que, en determinadas condiciones, éste trabajo no se realice debido a la presencia en el terreno de pendientes muy pronunciadas, o bien, afloramientos de roca superficial (suelos pedregosos). Como quiera que sea, Evans (1992) señala que el grado de preparación de la tierra, necesariamente, depende de cuatro factores:

- Propósito de la plantación
- Especies a ser plantadas
- Cubierta vegetal

- Condiciones de sitio y suelo

El grado de preparación de la tierra depende directamente de la habilidad de la especie seleccionada para la plantación en aspectos competitivos de luz, humedad, y nutrientes en el sitio que será plantada. Resulta evidente que estos hábitos cambian con la especie, debido a que hay especies muy demandantes y otras que lo son menos.

Evans (1992) señala que la mayoría de los eucaliptos requieren de un crecimiento inicial rápido, el mismo autor ejemplifica lo sucedido con una plantación de *Eucalyptus urophylla* en Papua Nueva Guinea, donde los árboles murieron seis semanas después de haber sido plantados, debido a que la preparación de la tierra se limitó a sólo una corta en línea del pasto *Imperata cylindrica* y cuya presencia perjudicó a los pequeños arbolitos. En contraposición, muchos pinos son tolerantes a la competencia con el pasto; ejemplo de ellos son *Pinus oocarpa*, *P. patula* y *P. caribaea*.

González y Cinco (1994) elaboraron un paquete tecnológico de eucalipto para el Valle de Mexicali, donde recomiendan la siguiente preparación del suelo:

- *Subsoleo*. En suelos pesados o con capas duras en el perfil del suelo, romper a una profundidad de 50 a 60 cm; en suelos medianos y ligeros, el subsoleo puede eliminarse.
- *Barbecho*. Realizar a una profundidad de 30 cm.
- *Rastro*. Dar de 1 a 2 pasos de rastra, según sea necesario, hasta mullir bien el suelo.
- *Nivelación*. Se recomienda el uso de "land plane", para tener mejor uniformidad en el terreno.

- *Surcado*. Hacer los surcos cada tres metros en suelos pesados con drenaje deficiente y problemas de salinidad. En los suelos medios y ligeros hacer los surcos cada dos metros. Usar un surcador con concha de aleta ancha. Se sugiere poner un cuadro con doble barra y poner en la barra delantera un cincel, que rompa el suelo a 10 cm de profundidad por abajo del nivel de corte del surcador.

Muñoz (1992), realizó una plantación comercial de *Pinus pseudostrobus* con diferente preparación de terreno, observando que las plántulas en envase y a raíz desnuda establecidas en terreno barbechado alcanzaron una altura promedio de 1.50 y 1.42 m, respectivamente. En cambio, en terrenos con chaponeo, solamente, midieron 1.23 y 1.0 m, respectivamente; sin embargo, la comparación de medidas demostró que el mayor crecimiento en altura se presentó en el terreno barbechado con planta en envase y cepa común (Cuadro 12).

- Para reducir la erosión, proporcionando barreras físicas a la escorrentía superficial;
- Cuando está programado el deshierbe mecanizado después de la plantación, habrá que eliminar antes, o después, los

obstáculos que dificulten la operación de deshierbe.

3.4 Tipo de cubierta vegetal

Se considera que existe una multitud de formaciones vegetales sobre la superficie terrestre que van desde pastos hasta los bosques densos. Es conocido el hecho de que la cubierta vegetal ocupa tierra necesaria, consume humedad, nutrientes y luz, así como también impide la implementación de técnicas necesarias para el establecimiento de las plantas. Resulta obvio, que para que una plantación tenga éxito, se debe eliminar la competencia perjudicial de la cubierta vegetal, y propiciar las condiciones ideales para su buen desarrollo.

Por tal motivo, se han desarrollado varios métodos de eliminación de la cubierta vegetal que van de los métodos manuales a los mecánicos. En las plantaciones comerciales, gran parte del costo se debe a aspectos de preparación del sitio, concretamente, a la eliminación de la cubierta vegetal; sin embargo, dichos costos pueden disminuir si el material que se va a eliminar pudiera tener algún valor económico, como leña, carbón, madera para construcción, o bien, algunos otros usos comerciales.

Cuadro 12. Altura y sobrevivencia de plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl. a raíz desnuda y en envase con dos sistemas de preparación del terreno a los 26 meses de su establecimiento.

Sistemas de preparación del terreno							
Terreno con chaponeo				Terreno barbechado			
Planta en envase		Planta a raíz desnuda		Planta en envase		Planta a raíz desnuda	
Altura (m)	Sobre vivencia (%)	Altura (m)	Sobre vivencia (%)	Altura (m)	Sobre vivencia (%)	Altura (m)	Sobre vivencia (%)
1.23	95	1.00	79	1.50	95	1.42	85

Fuente: Muñoz (1992).

3.4.1 Métodos de eliminación de la cubierta vegetal

Existen varios métodos de eliminación de la cubierta vegetal: los manuales, realizados con machetes y hachas; los mecánicos que involucran desde las pequeñas sierras banda (motosierras) a los grandes tractores; la quema, que por cierto, es quizás el más antiguo de todos estos métodos; métodos químicos de eliminación de cubierta vegetal; así mismo, la combinación de varios de ellos.

Chapman y Allan (1978) señalan, por ejemplo, que en la plantación de pinos tropicales de rápido crecimiento en sitios con presencia de herbáceas de pequeña altura, el único trabajo preparatorio del sitio es el quemar la hierba en la estación seca que precede a la plantación; el otro extremo es el de eliminar un bosque húmedo tropical denso, frecuentemente, con condiciones difíciles de clima y terreno antes de poder comenzar la plantación.

3.4.1.1 Eliminación manual

En este método, la eliminación de la cubierta vegetal se realiza en forma manual, empleando para ello herramientas tales como hachas, machetes y hoz, entre las principales. Árboles, ramas y tallos son eliminados y amontonados para su quema, o bien, su posterior pudrición. Este método presenta ventajas, sobre todo, en lugares donde exista abundante mano de obra barata, suelos someros, y en lugares propensos a la erosión.

En general, Evans (1992) señala que las ventajas de los métodos manuales son, entre otras, que pueden ser ejecutados en cualquier momento, demanda de pocas habilidades, el costo de capital es pequeño, el empleo temporal puede ser proveído por cultivadores o aldeanos, no hay

contaminación, y el daño al suelo es ligero. Resulta obvio pensar que este tipo de eliminación de cubierta vegetal se complica cuando se desea eliminar bosques densos, puesto que el proceso se torna caro y lento.

En resumen, los métodos manuales se recomiendan bajo las siguientes circunstancias (Chapman y Allan, 1978):

- Cuando la cubierta del terreno exige que la perturbación sea mínima antes de la plantación y la siembra
- Cuando en el lugar exista mano de obra barata, abundante y eficiente, o cuando se emplea la mano de obra en preferencia a otras alternativas, ya que es deseable desde el punto de vista social
- Cuando, por alguna razón, el terreno es inadecuado para emplear máquinas, ya sea por suelos demasiados húmedos, rocosos o de gran pendiente

3.4.1.2 Quema

La quema es quizá el método más antiguo de desmonte, fue ampliamente utilizado para abrir nuevas tierras a la agricultura y, en la actualidad, es ampliamente utilizada ya sea para eliminar cubierta vegetal, o bien, como complemento a otros métodos de eliminación.

Para que el desmonte por medio de la quema pueda ser ejecutado con éxito, es necesario seleccionar condiciones de viento y condiciones atmosféricas adecuadas y delimitar el área que se va a quemar de la mejor manera posible tomando en todo momento las precauciones adecuadas para que el fuego no se vaya a salir del área demarcada y ocasionar problemas. Donde hay praderas el fuego puede moverse rápidamente y, a veces, es necesario limitar la quema a superficies menores de 30 hectáreas (Evans, 1992). La quema es el método barato de eliminación de la

cubierta vegetal y desperdicios del monte, proporciona una ligera capa de minerales y elimina insectos nocivos. Sin embargo, el empleo del fuego también tiene desventajas, tales como, eliminar toda la entomofauna, materia orgánica, y nitrógeno.

3.4.1.3 Eliminación mecanizada

Existe cierto tipo de vegetación que por sus características es conveniente la utilización de la fuerza mecánica para eliminarla, tal es el caso de los bosques densos, vegetación arbustiva densa y pastos densos. Tractores pesados de diferentes marcas y tamaños son empleados para empujar y desarraigar árboles y arbustos. Se han desarrollado varias tecnologías de acuerdo al tipo de cubierta vegetativa. Un ejemplo de ello es el citado por Evans (1992), para vegetación mediana, en la que basta con tirar de una cadena pesada con dos tractores, para tirar arbustos y pequeños árboles y abrir franjas de hasta 20 metros.

Laurie (1974) citado por Evans (1992), menciona que el método de cadenas, ha sido empleado en Zambia, concretamente en la sabana, pudiendo ser aclaradas de 30 a 40 hectáreas por día.

Bajo ciertas circunstancias, el desmonte mecánico puede llegar a ser barato. Para tal efecto, Allan y Akwada (1977) citados por Evans (1992), señalan que en Nigeria el desmonte mecánico puede costar menos de una décima parte del desmonte manual.

Aunque en apariencia, el desmonte mecánico puede ser sugestivo en cuanto a su utilización, la situación es que el método presenta varias desventajas, Evans (1992) señala las siguientes:

- Costo de capital alto

- Problemas en el suministro de combustible y aceite
- Costo de combustible y aceite
- Problemas de mantenimiento de equipo y obtención de reservas
- La necesidad de entrenamiento y supervisión
- Pocos empleos, aunque muy calificados
- Riesgos de daño al suelo por compactación

En general, existen muchas técnicas para eliminar la cubierta vegetal, por medios mecánicos, adaptadas principalmente al tipo y densidad de la cubierta vegetal, a la topografía, al clima, y a las técnicas subsiguientes de establecimiento (Chapman y Allan, 1978).

3.4.1.4 Eliminación química

La eliminación de la cubierta vegetal por medio de productos químicos es empleada como una forma de preparación del sitio para plantación de árboles. El método químico puede ser en sí mismo una preparación completa del sitio, o bien, puede ser complemento de otros métodos de preparación de la tierra. En términos generales, el objetivo de utilizar productos químicos es la de matar o impedir el crecimiento de la vegetación y, a pesar de que las sustancias activas son de uso específico (o actúan en forma específica sobre una especie o género en particular) el nombre genérico con que se les conoce es con el nombre de herbicidas.

Chapman y Allan (1978) señalan que: fitocida es un término general para cualquier preparación química que se utiliza para matar o impedir el crecimiento de las plantas; el término incluye los arboricidas o destructores de arbustos, silvicidas o destructores de matorrales u otras plantas leñosas, herbicidas que se utilizan contra las hierbas, y los fungicidas,

que se aplican contra los hongos.

Los herbicidas se utilizan no solo en la preparación del sitio sino también para controlar el rebrote que puede surgir después de una eliminación mecánica de la cubierta vegetal, así como también son empleados en el control de las malezas durante el establecimiento de las plantas.

Los herbicidas se han clasificado de acuerdo a la forma en que actúan al eliminar las plantas, de la siguiente manera (Chapman y Allan, 1978):

- Los herbicidas de contacto envenenan las partes de la planta que entran en contacto con el producto químico.
- Cuando raíces, tallos y hojas absorben el elemento activo y lo difunden por el floema o el xilema y se les da el nombre translocación.
- Los productos químicos de acción edáfica o de pre-emergencia son tóxicos para las semillas en germinación.

Los herbicidas que matan toda vegetación, llamados matamalezas totales, se aplican en el suelo, como el clorato de sodio. Tienen un efecto residual grande que perdura durante varios meses después de la plantación.

González y Cinco (1994) manifiestan que para realizar el control de las malezas es recomendable que si se tiene presencia de maleza persistente como son: grama, Zacate Johnson o Gloria de la Mañana, que cuentan con muchas estructuras de reproducción vegetativa, se deben hacer aplicaciones post-emergentes con glifosfato, el cual es un herbicida sistémico de contacto foliar no selectivo, que es translocado a través de los tejidos. Para el caso de establecimiento de malezas anuales, cuya reproducción sea principalmente por semilla, se sugiere la

aplicación de Paracuat, que es un herbicida no selectivo, de acción directa sobre los tejidos donde se deposita.

En el caso de las plantaciones de eucalipto la aplicación de Glifosfato y Paracuat, se puede hacer antes y después de la plantación. Pero se recomienda que en el caso de aplicar en un lote ya plantado se debe evitar el contacto de la solución con el follaje de las plántulas de eucalipto ya que no son selectivos a ese cultivo. Las malezas anuales pueden ser también controladas por herbicidas preemergentes selectivos, con actividad en el suelo como el Napropamide, Oxyfuorfen, Oryzalin y Trifuralin. En general, en las aplicaciones de herbicidas se recomienda seguir cuidadosamente las instrucciones dadas en la etiqueta (González y Cinco, 1994).

En cuanto a la aplicación de herbicidas, ésta deberá ser con la dosis correcta y en la época adecuada; su almacenamiento debe ser apropiado ya que son muy venenosos. Evans (1992) recomienda que los herbicidas deben ser utilizados con cuidado, particularmente si contienen metales pesados como Arsénico y Pentaxide, el cual ha sido ampliamente utilizado para árboles.

3.5 Tipo y condiciones de terreno

En muchas ocasiones, es necesario aplicar labores de cultivo del suelo, una vez realizado el desmonte. El laboreo de la tierra depende de si se trata de una forestación o una reforestación; en el primer caso, es usual que el suelo se encuentre más compacto y, por lo general, requiera de un poco más de atención que un suelo en donde se haya tenido cubierta vegetal. El objetivo del laboreo del suelo, es romper todo obstáculo al crecimiento de la raíz, mejorando la aereación y el drenaje del suelo, con lo que se asegura un rápido

establecimiento y se mejora, a la vez, el establecimiento del árbol. Las condiciones del suelo que se buscan beneficiar por labores de cultivo son (Evans, 1992):

- Superficie o subsuelo compacto
- Capas impermeables de arcilla u horizontes de pan
- Suelo con drenaje pobre.

3.5.1 Preparación manual del terreno

Cepa común

Es tal vez el más común de los métodos de preparación del terreno en México, consiste en cavar un hoyo de 40 x 40 x 40 centímetros. Es recomendado en suelos de buena profundidad, en áreas con buena precipitación (mayores de 1000 mm), en terrenos planos con pendientes menores al 10 % y en donde no es posible la mecanización (en pendientes mayores del 40 %).

Sistema español

Es una cepa común, pero en torno a ella se construye un cajete de un metro de diámetro, por 10 a 15 centímetros de profundidad, cuya finalidad es la captación de agua. Se recomienda en lugares de poca precipitación (menores a 1000 mm). Una vez plantado el árbol se colocan tres piedras en torno a su base. Verduzco (1973) citado por Pimentel (1978) señala que las piedras tienen las siguientes propiedades:

- Evitar la evaporación del suelo.
- No permitir la brotación de malas hierbas.
- Proteger a la planta del pisoteo de los animales y los incendios.
- Amortiguar las bajas temperaturas del invierno.

- Retener el calor del sol.

Sistema Gradoni

Consiste en la construcción de una pequeña terracilla de 60 a 80 centímetros de ancho siguiendo la curva de nivel del terreno con fuerte contrapendiente. Según Pillipis (1913) citado por Pimentel (1978) dicha contrapendiente puede ser de 30 %.

La separación de las terracillas depende de la precipitación y de la pendiente, aunque, por lo general, son mayores de 4 metros. El sistema es recomendado para lugares con baja precipitación y en terrenos con pendientes mayores del 10%.

Zanja ciega

Consiste en construir una zanja en curvas de nivel, con 40 centímetros de anchura y profundidad, y con una longitud variable dependiendo de las condiciones físicas del terreno; se recomienda en lugares con baja precipitación (superior a los 500 mm). La colocación de la plantas se realiza a la mitad de la zanja, y la distancia es, en términos muy generales, de 1.50 metros para coníferas y 2.00 metros para hojosas (Pimentel, 1978).

Zanja trinchera

Se realiza siguiendo las curvas de nivel del terreno; la zanja se construye con una profundidad de 40 centímetros de ancho y de unos 40 centímetros de profundidad, con una longitud que puede variar de 3 a 7 metros, dejando entre zanja y zanja de la misma hilera un tabique divisor de más o menos 50 centímetros de corona y 30 centímetros de altura donde se hará la plantación.

3.5.2 Preparación mecanizada

Antes de que se realice cualquier tipo de preparación mecánica del terreno, éste debe permanecer libre de tocones, desperdicios y piedras, que pudieran obstaculizar dicha labor. Hay muchas formas de preparar mecánicamente el terreno.

Laboreo total o en líneas

El laboreo total del terreno se hace necesario cuando el deshierbe subsiguiente se va a hacer en forma mecánica. En lugares secos donde la humedad del suelo es limitada, este sistema es común para evitar la competencia excesiva de las gramíneas con el bosque plantado. Chapman y Allan (1978) señalan que el laboreo total suele incluir dos operaciones principales: arado de desmonte, y gradeo previo a la plantación.

Con el arado de desmonte se pretende romper el suelo por primera vez y enterrar con el arado toda la maleza y la vegetación. Cuando exista humedad en el suelo (que no llegue a la saturación), debe realizarse el arado con una profundidad superior a la que alcanzan los aperos ligeros utilizados en las operaciones de deshierbe, normalmente, se necesitan más de 20 centímetros.

El gradeo previo a la plantación normalmente tiene lugar inmediatamente antes de plantar. El romper los terrenos, el dar una inclinación lateral, la nivelación del suelo, el entierro de cualquier brote de malezas y el mantener el terreno limpio para la plantación son los objetivos del gradeo.

Subsolado

Este método es recomendado en terrenos compactados o erosionados y/o en donde

hay afloraciones de roca madre, que limitan el crecimiento de las raíces, en terrenos donde la pendiente es menor de 20 %. Mejor infiltración de agua y crecimiento de raíces son logrados mediante el subsolado. La operación de subsoleo debe hacerse de unos 60 a 70 centímetros de profundidad (Chapman y Allan, 1978).

Terrazas

Para terrenos compactados, erosionados, con baja precipitación (absorción de humedad) y pendientes menores de 40%, es recomendable este tipo de laboreo de la tierra. Este tipo de trabajo es más elaborado que los anteriores y requiere de gran experiencia y formación profesional. El método más común consiste en construir terrazas de 3 a 4.5 metros de ancho con contrapendientes de 1 a 5 %.

3.6 Plantaciones de brinzales

En plantaciones forestales se reconocen varias formas de plantar un árbol, muchas de las veces esto está influenciado por las características de la estación y la preparación del sitio, el tipo de planta, su tamaño, época de plantación y su distribución en el terreno.

3.6.1 Forma de plantación

Se reconocen dos formas de plantación de arbolitos dependiendo de la presentación de la raíz; las plantas que presentan terrón en su raíz, reciben el nombre de plantas con cepellón y, las que no tienen consigo ningún material, se les llama plantas con raíz desnuda.

Las plantaciones con cepellón, tradicionalmente se han realizado en forma manual, son recomendadas para suelos pobres, en climas secos y áridos. El terreno se prepara en forma manual, pudiendo ser

en línea o puntual.

Las plantaciones a raíz desnuda, son recomendadas para suelos y en climas templados-húmedos. Este tipo de plantación demanda una preparación total del sitio, ya sea en forma manual o mecánica. La plantación del brinzal puede realizarse en forma manual o mecanizada.

3.6.2 Tipo de planta

El tipo de planta requerido, se determina con anterioridad, puesto que dependiendo de la extensión de la plantación y la densidad de ésta, se va a programar la producción en vivero. Se han desarrollado tecnologías muy eficientes de producción de planta en vivero debido a la creciente demanda de plantas para plantaciones, que llegan a producir varios millones de plantas anualmente, pero también hay viveros que solo producen varias centenas de plantas. Las plantas más comúnmente producidas en vivero son las siguientes:

- Brinzal completo
- Brinzal podado
- Pseudoestacas
- Estacas enraizada

Estas dos últimas, señalan la tendencia de la producción en vivero, ya que los métodos de producción vegetativa han tomado un impulso muy fuerte en la producción de planta en vivero. Para tal efecto, Evans (1992) señala que el objeto principal de los programas de propagación vegetativa es el mejorar el árbol seleccionado, multiplicando el potencial genético de árboles superiores, ya que la propagación vegetativa preserva exactamente la composición genética del padre.

Grandes proyectos de plantaciones industriales en el trópico utilizan

propagación vegetativa para el desarrollo de plantaciones clonales; ejemplo importante de esto con eucalipto es el desarrollado en Aracruz Forestal en Brasil y Pointe Noire en Congo (Evans, 1992).

3.6.3 Tamaño de la planta

En cuanto al tamaño de la planta para plantación, ésta varía de acuerdo a la estación, la especie y de si se trata de una planta con cepellón o a raíz desnuda. Chapman y Allan (1978) señalan que una relación bien proporcionada entre tallo y raíz representa un buen material para plantación. En cuanto a longitud, el balance adecuado puede variar de 1.0 y 1.4, aunque una relación de biomasa entre tallo y raíz, sería más importante. En general, el tamaño de la planta debe atender a circunstancias particulares y solo la investigación experimental dará luz en este asunto.

3.6.4 Distribución

La plantación de los brinzales puede seguir un patrón irregular o regular; obedece, principalmente, a las condiciones del terreno, es decir, en lugares con fuerte afloramiento de roca superficial, es muy difícil hacer una distribución regular de las plantas, de tal forma que los espaciamientos varían con el fin de dar más espacio a las plantas para el desarrollo de las raíces, por lo general, las plantaciones con fines de protección de cuencas siguen este patrón de distribución.

Las plantaciones en línea, concretamente en cuadrado, son ejecutadas en terrenos planos. El espaciamiento entre líneas de plantación depende de los objetivos silvícolas y de organización que se tengan (Chapman y Allan, 1978). Presentan ventaja, cuando se programan deshierbes posteriores a la plantación, ya que, debido a

la distribución regular, las plantas no se exponen al daño de los tractores o aperos agrícolas; el espaciamiento entre líneas de plantación recomendado para este efecto es de 2.8 metros.

Otro factor que afecta la distancia entre hileras de árboles es la tasa de crecimiento de las especies plantadas; esta relación es directa, es decir, a mayor crecimiento mayor distancia entre hileras de plantación, por lo general, las distancias entre árboles plantados suele ser mayor en los trópicos que en las áreas templadas. Chapman y Allan (1978) señalan que son siete los factores que influyen en la distancia de plantación:

- La tasa de crecimiento de la especie plantada
- La tasa de desarrollo de las especies plantadas
- Los peligros que representa la competencia de las malezas
- La disponibilidad de nutrientes y humedad en el suelo
- La influencia de los trabajos de los drenajes o de riego
- Sistema futuro de ordenación
- Aspectos financieros

La plantación a tres bolillo es otro tipo de distribución regular de la plantación, la cual consiste en plantar cada árbol en cada uno de los vértices de un triángulo equilátero; en ésta, se reduce la distancia efectiva entre plantas y tiene la ventaja de ocupar el espacio más eficientemente. Otro tipo de distribución de la planta en forma regular es la cuadrangular.

3.6.5 Densidad inicial

La densidad está en función de la competencia entre árboles y en el establecimiento de una plantación. En estas circunstancias, los costos de la silvicultura

y el manejo de la plantación dependerán de la densidad de la plantación y el programa de aclareos. Por la importancia de éste factor se dedica un Capítulo especial a su determinación y a sus efectos en la plantación.

3.6.6 Micorrizas

La presencia de micorrizas en la raíz de la planta es de gran importancia para el desarrollo de la misma, sobre todo, cuando la fertilidad del sitio es deficiente. Una práctica común actualmente es la inoculación de los suelos en viveros con tierra de bosques que esta infectada por micorrizas. Chapman y Allan (1978) señalan que, según investigaciones recientes, en suelos fértiles las raíces de los árboles tienden a mantener una asociación más limitada con las micorrizas o incluso ninguna. Como quiera que sea, es recomendable realizar inoculaciones de micorrizas en vivero, y evaluar los efectos posibles en sobrevivencia y crecimiento de las plantas una vez efectuada la plantación.

3.6.7 Fertilización

La fertilización puede realizarse en vivero, al momento de la plantación y a través del turno. En general, Chapman y Allan (1978) señalan que las principales razones para aplicar fertilizantes son:

Hacer posible la plantación y el desarrollo de los árboles elegidos en lugares en que no se logra el desarrollo adecuado de los árboles debido a una falta general de fertilidad o deficiencias específicas de nutrientes y, una vez plantados, acelerar el ritmo de crecimiento de los árboles, aumentar las posibilidades de supervivencia y acortar la fase de establecimiento.

La aplicación de fertilizantes a pinos ha

sido muy ensayada, especialmente, con fosfatos (Waring, 1973 citado por Evans, 1992). Jackson (1974) citado por Chapman y Allan (1978) señala que una aplicación de 114 gramos de fosfato aumenta tanto la supervivencia como el crecimiento del *Pinus caribaea*.

Saldívar (1985) en las proximidades del poblado de San Miguel Coatlinchán, México, realizó un ensayo de fertilización en plantaciones con cinco especies forestales (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *Casuarina equisetifolia* L., *Cupressus lindleyi* Klotzsch, *Pinus greggii* Engelm y *Pinus michoacana*). Los tratamientos con los que se obtuvieron mejores resultados fueron:

- 40-30-00, para *E. camaldulensis* y *C. equisetifolia*.
- 80-90-00, para *Cupressus lindleyi*.
- Composta (4.5 kg/planta), para *Pinus greggii*.
- 40-00-00, para *Pinus michoacana*.

3.6.8 Época de plantación

La mejor época para plantar es aquella en que el suelo está mojado y libre de heladas, cuando las condiciones atmosféricas son húmedas y los índices de evaporación son mínimos y, si es posible, cuando los tallos de la planta están en reposo vegetativo (Chapman y Allan, 1978). Las zonas tropicales húmedas presentan alguna ligera ventaja sobre las templadas, ya que en las primeras se puede plantar durante gran parte del año.

En México, la mayoría de las plantaciones se realizan cuando inicia la temporada de lluvias y, una vez que el suelo está lo suficientemente húmedo. Griffith (1957)

citado por Chapman y Allan (1978) menciona que en el Este de África, se ha desarrollado una fórmula para determinar la acumulación de humedad en el suelo, basada en lecturas diarias de precipitación y temperaturas.

3.7. Literatura citada

ALLAN, T.G.; AKWADA, E.C.C. 1977. Land clearing and site preparation in the Nigerian savanna. In *Savanna Afforestation in Africa*. FAO, Roma. pp. 123-138.

CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. 1978. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Roma, Italia. 206 p.

EVANS, J. 1982. *Plantation forestry in the tropics*. Clarendon, Oxford. 472 p.

FIERROS GONZÁLEZ, A. M.; BERMÚDEZ RODRÍGUEZ, J de D. 1993. Apuntes del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p (Inédito).

LAURIE, M. V. 1974. Tree planting practices in African savannas. *Forestry Development Paper No.19*. FAO, Roma. pp.4-8.

GONZÁLEZ, M.; CINCO, C.R. 1994. Paquete tecnológico de eucalipto para la producción comercial de leña en el Valle de Mexicali, B.C. In ARTEAGA MARTÍNEZ, B.; MUSÁLEM, M.A. (Eds). IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-INIFAP. México, D.F. pp 296-301.

MUÑOZ, J.H. 1995. Plantaciones de *Pinus pseudostrobus* a raíz desnuda y en envase con dos sistemas de preparación del terreno. Simposio Reforestación Comercial. INIFAP. México, D.F. pp.181-185.

MORENO SÁNCHEZ, R.; MORENO SÁNCHEZ, F.; CRUZ BELLO, G. 1994. Determinación de áreas potenciales para plantaciones forestales. In ARTEAGA MARTÍNEZ, B.; MUSÁLEM, M.A. (Eds). IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-INIFAP. México, D.F. pp 181-186.

OVIEDO, R.; CAPÓ, M.A. 1992. Apuntes sobre plantaciones forestales. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 4-7.

PIMENTEL BRIBIESCA, L. 1987. La preparación manual del terreno con fines forestales. UACH-DICIFO Serie de Apoyo Académico No. 29. Chapingo, México. 20 p.

SALDÍVAR CASTILLO, D.J. 1985. Ensayo de fertilización en plantaciones de 5 especies forestales efectuadas en las proximidades de Coatlinchán, México. In III Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-INIFAP. México, D.F. pp. 734-745.



LOS ACLAREOS EN PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES



CAPITULO 4

LOS ACLAREOS EN PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES

Miguel Ángel Musálem/¹

4.1 Introducción

En los Países europeos, la práctica de los aclareos es ya bastante antigua y la investigación sobre su aplicación y sus efectos, sobre el desarrollo de los rodales naturales, muy conocida; asimismo, en el Norte de América, en su aplicación a rodales coetáneos naturales, y en plantaciones, principalmente de coníferas, sobre todo, en especies de pino, la literatura disponible al respecto es extensa.

En los trópicos, la introducción de varias especies para plantaciones industriales, a pesar de su gran extensión, es bastante reciente, y puede decirse que la experiencia es muy escasa y la literatura respectiva es muy reducida.

En este capítulo se hace especial énfasis en la inclusión de la experiencia generada para las especies forestales en plantaciones industriales. Se trata de conjuntar los resultados de la investigación para las especies más utilizadas. Sin embargo, se incluye en la parte inicial un marco sobre la teoría general de los aclareos. En esta parte, a menos que se haga referencia en contrario, fue tomada de una revisión realizada por Musálem (1989) basada en Braathe (1978).

4.2 Definición, método y grado de los aclareos

4.2.1 Definición

Por aclareo se entiende la operación de derribo de los árboles de un rodal, realizado entre el período de establecimiento y el período de cortas de regeneración, en el que los árboles extraídos son de la misma especie que los que quedan en pie (Winters, 1977). Así, el aclareo es la renovación de elementos vivos de un rodal, en forma periódica y ordenada, con el fin de proporcionar a los árboles que quedan en pie, mejores condiciones de crecimiento y redistribuir y concentrar el potencial del rodal en un modo óptimo (James, 1978; Braathe, 1975; Smith, 1986; Wilson, 1979).

4.2.2 El lugar de los aclareos en la práctica forestal

Los aclareos, en la silvicultura de los bosques naturales, tienen un lugar de importancia; debido a que los árboles quedan localizados al azar en el rodal y, en número variable, la intervención del aclareo se ve con bastante claridad. Sin embargo, en el caso de las plantaciones forestales, se piensa que es más productivo analizar más profundamente el espaciamiento inicial de la plantación con relación al producto final a obtener, lo que posibilita menor número de intervenciones en el rodal mediante aclareos.

En efecto, el manejo de una plantación es tan importante como la selección de las especies a utilizar y debe planearse desde antes de su establecimiento.

¹ Ph.D. Silvicultura. Investigador Titular del Centro de Investigación de la Región Central del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en el Campo Experimental Valle de México, El Horno, México; Profesor de Silvicultura de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, México.

En muchos casos de producción y, por las características de los productos deseados, no es posible concluir con el número de árboles deseados igual al número de árboles iniciales, esto es, por el natural desarrollo de los individuos del rodal. En el aclareo, que es la operación que reduce en forma dirigida el número de árboles del rodal, se evita que se llegue al punto de competencia fuerte entre los árboles, para aprovechar todo el potencial del crecimiento del sitio concentrado sobre los árboles remanentes y, también, el de aprovechar el material producido que de otra manera se perdería.

Sin embargo, a pesar de la necesidad de su aplicación desde el punto de vista silvícola, la aplicación se ve condicionada por diversos factores, entre ellos, las características de la especie, sitio, tipo de producto, la posibilidad económica de su ejecución, como también, la posibilidad del aprovechamiento y comercialización de los productos derivados.

4.2.3 Aplicación de los aclareos

El estado del conocimiento de la aplicación de los aclareos en las plantaciones en general, al igual que otras zonas tropicales, es reducida. En las plantaciones forestales, con fines industriales, la actividad forestal es reciente, se tiene poca experiencia al respecto, debido a que las plantaciones son relativamente jóvenes, y no ha habido tiempo suficiente para ganar experiencia con ensayos de espaciamiento y aclareo para las especies más utilizadas.

Para estas plantaciones de 2 a 25 años, la necesidad de aclareo es inminente y, aún con la poca experiencia que se tiene, debe ejecutarse, si no se desea perder rendimiento y debilitar la plantación. Sin embargo, es claro que la intervención del aclareo es necesaria para muchos casos

donde la necesidad de obtener productos intermedios es de gran importancia.

4.2.4 Efecto de la aplicación de los aclareos

Los efectos fisiológicos principales sobre los árboles y los rodales son variados. En el caso de los rodales se pueden mencionar que al aplicar aclareos pueden surgir las hierbas, por penetración de mayor luz solar al piso de la plantación; así también se ayuda a la descomposición de la materia orgánica por el aumento de la temperatura del suelo. También se aumenta el nivel freático, debido a la disminución de la transpiración. Es muy conocido el efecto de reducir la mortalidad por anticiparse al establecimiento de la competencia. Los árboles remanentes alcanzan copas más largas pues las ramas bajas permanecen mayor tiempo, y también, las copas de los árboles remanentes se expanden para ocupar el campo de los árboles eliminados, lo que brinda mayor área de fotosíntesis.

Los efectos del aclareo sobre el crecimiento del árbol individual, se pueden resumir en que se estimula el crecimiento en diámetro de los árboles remanentes al redistribuir el crecimiento futuro en pocos árboles, se obtiene un rodal con más árboles grandes. Además de afectar la cantidad de madera, el aclareo también afecta su calidad. Sobre los árboles remanentes, un aclareo demasiado fuerte podría causar una mayor conicidad, ramas bajas y, por lo tanto, nudos gruesos y madera menos densa debido a un crecimiento en diámetro acelerado. Por esto, es conveniente mantener siempre una competencia relativa entre árboles.

4.2.5 Época e intensidad del aclareo

Una vez que se toma la decisión de aclarar una plantación se deben responder tres

preguntas básicas que son: ¿Cuándo Aclarar? y ¿Cuánto o que intensidad aplicar?. Como indica Evans (1982) ninguna de estas preguntas podrá responderse hasta que no se conozca el objetivo de la plantación y se conozcan las posibilidades financieras de los diferentes regímenes alternativos.

4.2.5.1 Época del aclareo

El primer aclareo es la operación silvicultural más importante en un turno por que define el curso y flexibilidad de las operaciones subsiguientes y el tamaño de trozas que será posible alcanzar (Lewis, Keevs y Leech, 1976, citado por Evans, 1982).

Desde el punto de vista silvicultural práctico, el primer aclareo debe hacerse cuando las copas de los árboles se ven reducidas por la competencia de luz. Entre mayor sea el espacio de crecimiento inicial mayor tiempo se tardará para intervenir la plantación por vez primera y viceversa.

Desde el punto de vista financiero, es preferible obtener ingresos en el menor tiempo posible, por lo que una densidad de plantación inicial más alta podría justificarse.

En las plantaciones del trópico, el primer aclareo se realiza 2 o 4 años después del cierre de las copas de los árboles (Evans, 1982).

4.2.5.2 Intensidad del aclareo

La intensidad del aclareo debe variar proporcionalmente dependiendo de la calidad de sitio donde se encuentre el rodal a intervenir. En los mejores sitios la intensidad del aclareo será mayor y más temprana que los peores sitios.

En las condiciones de mercado donde no hay diferencias de precios por la calidad de la madera producida, el objetivo del aclareo debe ser obtener el mayor rendimiento en volumen.

Para lograr el máximo rendimiento en volumen el aclareo no debe ser muy intenso pues se perdería parte del potencial de crecimiento del sitio, ni demasiado leve ya que no favorecería a los árboles remanentes.

Como el aclareo es costoso, es importante asegurarse que sea hecho efectivamente. Es, por ejemplo, más barato aclarar 10m²/ha de área basal cada 5 años que 2 m²/ha cada año.

4.2.6 Método de aclareo

La selección del método de aclareo a utilizar depende del estado de crecimiento del rodal, de la disponibilidad de equipo, personal técnico, utilización del material producido, y de la disponibilidad de capital.

Se puede considerar dos tipos básicos de aclareos:

- Sistemático
- Selectivo

El aclareo sistemático consiste en la eliminación de árboles de un rodal ya sea a espaciamiento regular o líneas completas a intervalos regulares y no toma en cuenta características individuales de los árboles. Es de fácil aplicación y más barato que otros aclareos. Este sistema se utiliza en la primera intervención y cuando los árboles del rodal son uniformes.

El aclareo selectivo, en cambio, utiliza la característica individual de los árboles para su aplicación y existen varios métodos.

En el aclareo selectivo la reducción del número de árboles se aplica con muy poca posibilidad de que la competencia entre los árboles remanentes sea perfecta desde el punto de vista equidistancia. Lo anterior viene apoyando más la aplicación de aclareos sistemáticos sobre los aclareos selectivos en las plantaciones. En teoría, si el aclareo selectivo se aplica con la mayor oportunidad, es decir, cuando comienza la necesidad de su aplicación, el aclareo tiende a ser cada vez más sistemático.

4.2.5.2 Clasificación de los árboles

Para estar en capacidad de explicar los métodos y grados de aclareos, se ha recurrido a caracterizar el árbol individual dentro de un rodal por medio de un sistema de clasificación de árboles. Los árboles, dentro del rodal, generalmente se dividen en cuatro clases de copa, de la siguiente manera:

- Árboles dominantes: estos árboles constituyen el nivel superior de las copas del rodal y reciben plenamente la luz por encima de su copa y alguna por los lados.
- Árboles codominantes: estos árboles son un poco más bajos que los dominantes (alrededor de 5/6), pero constituyen parte del nivel general de las copas del rodal. Reciben plenamente luz por encima de su copa, pero relativamente poca desde los lados.
- Árboles intermedios: estos árboles tienen cerca de 2/3 de la altura de los dominantes, muchos de ellos tienen libre la parte terminal de sus copas; reciben muy poca luz en forma directa. A los árboles intermedios algunas veces se les denomina árboles subdominantes.
- Árboles suprimidos: El árbol de esta clase tiene 1/2 de la altura de los árboles dominantes; reciben muy poca luz en forma directa (Braathe, 1978).

Además de estas cuatro clases de copa, algunas veces es necesario considerar en los rodales naturales separadamente los árboles de los pisos superior e inferior que no pertenecen estrictamente al rodal pues caen fuera del intervalo de 20 años que es la variación máxima considerada en rodales coetáneos.

Para caracterizar completamente cada árbol se ha agregado letras a los símbolos de las clases de copa. Estas letras indican anomalías en los árboles tales como: copa descentrada (a), árbol lobo (b), árbol lobo con fuste deforme (c), copa estrecha (d), árbol enferme (e), y árbol muerto (f) (Shotte, 1912, citado por Braathe, 1978).

4.2.5.3 Tipos de aclareos selectivos

Aclareo por lo bajo y por lo alto

Por medio de este sistema de clasificación de árboles u otros similares se ha definido y adoptado dos sistemas de aclareo, denominados aclareo por lo bajo y aclareo por lo alto. En el aclareo por lo bajo se extraen los árboles que pertenecen a las clases de copas bajas mientras que en aclareo por lo alto se extraen los árboles de las clases de copas altas y medias, especialmente entre la clase dominante, en tanto que en la mayoría de los árboles de la clase de copa suprimida permanecen junto con la mayoría de los dominantes.

Aclareo selectivo

Algunas veces también el aclareo selectivo se considera entre los métodos de aclareo de masas coetáneas. En este método, se cortan principalmente los árboles más grandes. Solamente se puede aplicar en un corto periodo de tiempo en los rodales coetáneos. El aclareo selectivo, si se lleva a cabo durante largo tiempo, resulta en un bosque de selección. Este método no ha

sido muy utilizado, pero en rodales naturales muy heterogéneos donde los árboles tienen fuertes variaciones en calidad, podría utilizarse en el primero y segundo aclareos. Sin embargo, no se prevé su utilización en plantaciones.

Braathe (1978), citando a Vanselow (1943) y Carbonnier (1954) indica que cuando se aplican aclareos por lo alto en forma consistente, el aclareo, puede tomar el carácter de un aclareo por lo bajo.

Aclareo libre

Los rodales naturales rara vez son suficientemente uniformes como para garantizar en un futuro la formación de un buen rodal, cuando se trata a través de cualquiera de los métodos de aclareo descritos anteriormente. La preparación de un rodal para una alta utilización del suelo y la obtención de una producción de buena calidad, requieren cortar árboles de todas las clases, y el método mediante el cual se cortan los árboles de todas las clases después de una decisión libre se le denomina método de aclareo libre.

El sistema no tiene reglas específicas de cuáles árboles deben cortarse aunque si establece los árboles que deben dejarse. Esto puede explicarse de la siguiente manera: aclarear (aclareo libre) es dejar en el área un número adecuado de los mejores árboles bien espaciados en lo posible.

En esta definición se establece que se dejarán los mejores árboles. Pero ¿Cuáles son los mejores árboles que se dejarán en cada caso?. Esto dependerá asimismo del tipo de producto que se necesite. Si la idea es producir madera para pulpa se dejarán aquellos árboles con crecimiento más rápido, ya que producirán volúmenes más altos de este material; aún cuando algunos de estos árboles tiendan a convertirse en

árboles lobo, esto no representa problemas para el tipo de utilización propuesto. Por otra parte, si el objetivo es producir madera para aserrío, la calidad de los fustes adquiere gran importancia y por lo tanto, se dejarán los árboles con fustes rectos y ramas delgadas aún cuando su crecimiento sea poco menor que los de los árboles que se vayan a cortar.

En la definición también se establece que se dejarán los árboles bien espaciados como sea posible. A este respecto, frecuentemente se presentan contradicciones, dado que en el bosque los mejores árboles no siempre se encuentran bien espaciados y, por lo tanto, si se van a dejar los mejores árboles, es imposible obtener un buen espaciamiento entre ellos, y si por el contrario, se requiere un determinado especie, necesariamente se tendrán que dejar árboles de calidad secundaria. En la práctica, generalmente se trata de conciliar estos dos objetivos aunque algunos autores le otorgan mayor importancia al espaciamiento.

El tipo de aclareos aplicados a cada caso depende, en gran medida, de la condición del rodal. Si el rodal contiene muchos árboles lobo, en las dos primeras cortas se aplican aclareos por lo alto y a veces aclareos selectivos, pero después de esta regularización inicial del rodal, el aclareo libre generalmente toma un ligero carácter de aclareo por lo bajo, sobre todo al inicio del turno, el aclareo cambia gradualmente a un aclareo por lo alto (Eide y Langsaeter, 1941, citado por Braathe, 1978). En rodales de latifoliadas donde la calidad juega un papel muy importante, es necesario cortar a favor de unos pocos árboles de alta calidad y el aclareo se convertiría típicamente en un aclareo por lo alto (Moller, 1954, citado por Braathe, 1978).

4.2.5.4 Medidas para el método de aclareo

Una medida del método de aclareo es la utilizada por Eide y Langsaeter (1941) (citado por Braathe, 1978)) que consiste en un promedio de los diámetros de los árboles cortados (d) en relación con el promedio de los árboles dejados en pie (D). Cuando esta relación (d/D) es igual o menor a 0.70, el aclareo es un aclareo por lo bajo. Cuando se tienen valores entre 0.70 y 0.85 no se puede definir estrictamente entre un aclareo por lo bajo y uno por lo alto, en tanto que valores superiores a 1.00 indican un aclareo selectivo.

Para la construcción de tablas de producción Peterson (1955) citado por Braathe (1978) dividió teóricamente los aclareos en dos clases: aclareo por lo bajo y aclareo completo entendiendo por aclareo por lo bajo cuando se cortan los árboles de clase de copa más bajos y, por aclareo completo, la extracción de una cierta proporción de los árboles de cada categoría diamétrica tal que la relación $d/D = 1.00$. Variando la proporción de área basal extraída a través de aclareos por lo bajo y aclareos completos, es posible indicar todos los tipos de aclareos hasta $d/D = 1.00$.

Peterson (1955) citado por Braathe (1978) también llamó aclareo alto a las cortas de las copas más altas y si se varía el aclareo alto y el aclareo completo y eventualmente se pasa por el aclareo bajo, en relación a cada uno, es posible explicar aclareos con $d/D = 1.00$. Sin embargo, las investigaciones de Peterson no incluyen este tipo de aclareo. Ullen (1940) definió el método de aclareo comparando el % de árboles extraídos con el % del volumen extraído. Si esta relación es 1.4 o más, la corta se considera un aclareo por lo bajo, mientras que si se encuentran alrededor de

1.00, se considera aclareo por lo alto y menos de 0.60 un aclareo selectivo (Langsaeter, 1941, citado por Braathe, 1978).

Debe hacerse hincapié, sin embargo, que en primer aclareo de un rodal, generalmente se extrae un gran número de árboles pequeños, lo que puede disminuir los valores de estos índices y dar un panorama equivocado del carácter de la corta. En aclareos posteriores, todos éstos índices son satisfactorios, además de que la relación d/D es fácil de aplicar.

4.2.5.5 Grados de aclareos

Los grados de aclareos se han definido mediante la indicación de que clases deben ser cortados. En esta definición el número de árboles que se deja dependerá de las condiciones del rodal antes del aclareo. Por esto, se han utilizado otros índices, por ejemplo, el área basal extraída expresada en por ciento del área basal antes del aclareo: asimismo; el número de árboles y el volumen; ahora bien, estos índices son relativos, dependiendo de la densidad inicial del rodal.

Es ya una costumbre designar a los grados de aclareo, para el aclareo por lo bajo con A, B, C y D, indicando con A) un aclareo ligero donde se extraen solamente los árboles muertos; mientras que con D se designa un aclareo fuerte, con el cual se cortan todos los árboles suprimidos y los intermedios, además de parte de los codominantes. Sin embargo, los aclareos que se llevan a cabo en diferentes países no pueden ser comparables a un nivel científico por medio de estas definiciones.

Por las dificultades anteriores, los investigadores han desarrollado varios índices que califican la densidad del rodal, para estar en capacidad de utilizar una

medida de la densidad que pueda, al mismo tiempo, ser utilizada para comparar los grados de aclareo y poder generalizar las respuestas de los rodales a dichas intervenciones.

4.3. Definición de la densidad del rodal

4.3.1 Medida de densidad

Se ha hecho hincapié en que el interés en el aclareo no se centra tanto en cuales árboles deben extraerse sino en cuales deben dejarse. Esto hace necesaria la definición de densidad del rodal remanente más que el grado de aclareo.

Braathe (1978) hace un resumen sobre este tema indicando que la necesidad de tener una medida de la densidad ha sido satisfecha, en parte, indicando el área basal, el volumen o el número de árboles por hectárea; pero estos factores dicen muy poco, a no ser que se comparen con tablas de producción para el respectivo sitio, edad, etc. Estas tablas no vienen a ser más que un promedio aproximado para las muestras en que se basaron y no siempre son adecuadas como un patrón para la densidad.

Por esta razón, los forestales, especialmente los investigadores, han estado investigando una forma más objetiva de medir la densidad, y se han tenido algunos avances. La medida más prometedora es la relación del número de árboles con la altura, preferentemente la altura mayor.

El primer forestal que propuso y usó esta relación como una medida de la densidad fue Hart (1928) en sus experimentos de aclareos en Java desde 1925.

Ferguson (1933) preparó una tabla en la que se presenta el número de árboles que se

deben dejar en función de varias alturas dominantes (en Holanda se considera la altura de los 40 árboles por acre (98.8 árboles por hectárea) como medida de densidad).

Wilson (1946) discutió también la medida de densidad estableciendo que la altura había sido ignorada al utilizar existencias como una expresión de densidad; evidentemente, el pudo haberse referido al libro de Tkatchenko sobre Dasonomía General, en el cual a Sëller se le atribuye la regla d aclareos para rodales de Picea: un espaciamiento de 1/6 de la altura del rodal. Wilson encontró que la regla de Keller era aceptable y en un ensayo (1951) mencionó que se habían comparado experimentos en Star Lake donde el espaciamiento era el 20% de la altura de los árboles dominantes.

En Europa, el número de árboles (o espaciamiento) en relación con la altura, ha sido utilizada ocasionalmente como medida de la densidad, pero sin mayor aceptación, hasta que Eide (1933) propuso sus sugerencias sobre espaciamiento, estableciendo el número de árboles que deben dejarse en relación a la altura total en sitios diferentes. La comisión forestal (1945 y 1951) también proporcionó instrucciones de aclareo indicando el número de árboles en relación con la altura mayor.

Brantseg (1951) y Braathe (1952) hicieron comparaciones entre densidades de rodales utilizando número de árboles a ciertas alturas y, en algunas ocasiones, calculando la anchura de los anillos anuales y el incremento en el área basal expresado en porcentaje. Esta misma medida ha sido utilizada por Braathe (1953).

4.3.2 Índice de densidad de rodal

En 1953, sin embargo, fueron presentadas dos proposiciones, en torno a esta consideración, al congreso de la IUFRO Hummel (1954) convencido de que la antigua definición de grados de aclareo resultaba insatisfactoria, presentó un sistema de Índices de Densidad. Hummel denominó Densidad Tipo o Estándar al espaciamiento resultante del 20% de la altura dominante considerando los árboles distribuidos en cuadros. A este espaciamiento estándar le dio el valor del índice de 1.0 y correspondía prácticamente a los grados de aclareos, en coníferas, aplicados en Gran Bretaña (a excepción del *Larix*). En el sistema antiguo, esta densidad se encuentra entre los grados C y D. Hummel expresó las otras unidades indicando el número de árboles en relación con la densidad estándar. El grado D tiene cerca de $\frac{3}{4}$ del número de árboles comparado con las existencias normales y, por consiguiente, se le atribuye el índice 0.75; consecuentemente, el grado C le corresponde 1.5, al grado B 2.5 y al A 4.0.

Al grado E, que rara vez se utiliza, le corresponde el índice 0.5.

El sistema de índices de densidad fue desarrollado para rodales coetáneos tratados con aclareos por lo bajo o con aclareo libre. Pero Hummel sostiene que el sistema puede utilizarse en aclareos por lo alto, en cuyo caso los árboles suprimidos no deben tomarse en cuenta. El número de árboles para varias alturas y densidades se presentan en el Cuadro 13.

En el mismo congreso, Becking (1954) propuso un índice bastante similar al de Hummel. Las únicas diferencias son que Becking calculó el número de árboles en una disposición triangular y uso el espaciamiento expresado en porcentaje de la altura dominante como una medida directa, de acuerdo con las ideas de Hart y Ferguson; además consideran que un intervalo de 3% es adecuado entre los grados de aclareo (16%, 19%, 22%, 25%, y así sucesivamente).

Cuadro 13. Número de árboles por hectárea para varios índices de densidad y altura*

Altura (m)	Índice de densidad												
	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00
5	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	225000	25000	30000	35000	40000
7	1275	2551	3827	5102	6378	7653	8929	10204	11480	12755	15306	17875	20408
9	772	1543	2315	3086	3858	4629	5401	6172	6944	77715	9258	10801	12344
11	516	1033	1550	2066	2583	8099	3616	4132	4649	5165	6198	7231	8264
13	370	740	1109	1479	1849	2219	2588	2958	3328	3698	4437	5177	5916
15	278	556	833	1111	1389	1667	1944	2222	2480	2778	3333	3889	4444
17	216	433	649	865	1081	1298	1514	1730	1946	2163	2595	3028	3460
19	173	347	520	693	866	1040	1213	1386	1559	1733	2079	2426	2772
21	142	284	425	567	709	851	992	1134	1276	1418	1701	1985	2268
23	118	237	355	473	591	710	828	946	1064	1183	1419	1656	1892
25	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
27	86	172	257	343	429	515	600	686	772	858	1029	1201	1372
29	74	149	223	297	371	446	520	594	668	743	891	1040	1188
31	65	130	195	260	325	390	455	520	585	650	780	910	1040

*Adaptado para su uso en medidas del sistema métrico decimal por Miguel Musálem

4.3.3 Mantenimiento de un índice constante

Las experiencias de Becking, derivadas de sus investigaciones desde 1949 en Holanda, implican que las especies como *Pseudotsuga menziesii*, y *Populus* deberían mantener el mismo índice a través del turno, mientras que para *Fagus* y *Larix* el índice probablemente tendía a decrecer con la edad. Hummel también considera un índice constante a través del turno.

Para encontrar como se relaciona un índice de densidad constante con el aclareo utilizado, en el Norte de Europa, se realizó una comparación para *Picea abies* (Braathe, 1955). El resultado muestra que la tabla de producción de esta especie se basa en muy diferentes programas de aclareo. La memoria de las tablas presenta índices de densidad que aumentan hasta la altura de 55' y entonces declinan. Las tablas danesas presentan índices que van decreciendo a través del turno (Moller, 1933).

Esta gran variación parece indicar que un índice de densidad constante podría ser adecuado para un programa de aclareo en *Picea abies* y, un índice de densidad en la forma propuesta por Hummel parece ser una medida prometedora para medir la densidad del rodal. Este índice de densidad no debe confundirse con el índice de densidad del rodal (IDR) propuesto por Reineke (1993) y adoptado por Mulloy (1943, 1944, 1948) y que actualmente está en uso parcialmente en Canadá.

El sistema de índice de densidad de Hummel es de aplicación muy simple en experimentos de aclareo y el índice es completamente confiable e indica el promedio de espaciamiento que tienen los árboles en relación a la altura, independientemente del diámetro. Sin

embargo, dado que el diámetro suele ser diferente de rodal a rodal, el índice de densidad es una buena medida del área basal o del volumen.

En rodales no tratados y en aquellos que se han aclareado por arriba y se han retenido los árboles suprimidos, éstos no deben considerarse en el cálculo del índice de densidad (Hart, 1928; Hummel, 1954). Los árboles suprimidos no juegan un papel directo importante en la competencia entre los árboles de un rodal, pero indirectamente, sin embargo, pueden ser importantes a través de su influencia en el suelo, temperatura, precipitación, etc.

Los índices de densidad de Hart e índice de densidad del rodal de Reineke han venido utilizándose en gran medida en plantaciones de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis* en el Caribe y también en investigaciones en Costa Rica con *Gmelina arborea* y *Cupressus lusitanica*.

4.4 Rendimiento de los aclareos

4.4.1 Crecimiento del área basal

Se ha establecido que el crecimiento diamétrico se incrementa con los aclareos fuertes. Al mismo tiempo, sin embargo, disminuye el número de árboles y, el crecimiento en área basal, dependiente de ambas características, pueden variar relativamente muy poco.

El problema del incremento en área basal fue mencionado en relación con la discusión de las ecuaciones de incremento, donde se dijo que había una ligera disminución del incremento en el área basal en rodales muy densos y además de una disminución muy evidente en los rodales muy abiertos.

El incremento en área basal también fue

discutido en muchas de las investigaciones de series individuales y dado que el diámetro es una medida fácil de obtener con exactitud, los resultados pueden considerarse muy confiables. Por lo tanto, es innecesario cubrir todas las investigaciones al respecto y solamente se discutirán las más importantes.

Por ejemplo, para *Picea abies*, una conífera, que el incremento en área basal comparado con el grado A, fue 103% para el grado B y 105% para el grado C, pero las diferencias no fueron significativas (Vanselow, 1943). Lo anterior ha sido consistente para *Picea sitchensis* en Dinamarca Bornebusch (1993), Hummel (1947) en Escocia, Carbonnier (1954) en el Sur de Suecia, citados por Braathe (1978).

Al respecto, Braathe (1978) menciona que si bien los resultados difieren en gran medida, es posible obtener algunas conclusiones generales. Es claro que el incremento en área basal de *Picea* es más bajo en rodales sobrepoblados que en los aclareados. El incremento en área basal que resulta de un aclareo difiere de lugar a lugar. La estimulación es evidente para los aclareos fuertes con índices de densidad de 1 a 1.5. Los resultados también implican que la naturaleza del crecimiento en área basal difiere con la longitud de estación de crecimiento.

Ahora bien, para *Fagus* una hojosa, siguiendo a Braathe (1978), los resultados de los experimentos son similares en muchos de los casos. Bodoux (1939) encontró que no existe regla definida para el incremento del área basal, excepto para los aclareos muy fuertes en los cuales puede disminuir hasta el 20%. Lovengreen (1951) encontró que, como promedio para *Fagus* en Dinamarca, el crecimiento en área basal aumenta con la cantidad de área basal arriba de 28.0m².

Henriksen (1951 y 1953) obtuvo los resultados de una serie de aclareos en *Fagus* jóvenes en Dinamarca y en donde se adoptaron seis grados de aclareos. En el periodo 1948-1952 el área basal fue definitivamente menor en las parcelas con grados D que en los grados C (1.44 y 1.54 m²). Para los aclareos más fuertes, cayó rápidamente pero la cantidad de área basal en pie fue más baja en este caso (17.4 m² para el grado C, 13.7 m² para el D y 7.4 m² para el grado F).

Mitscherlich (1954) resumió sus resultados en publicaciones previas en el noroeste de Alemania para parcelas experimentales de *Fagus*. Concluyó que el área basal óptima para un máximo incremento en área basal de rodales jóvenes se encuentra alrededor de 19.9 m². En los rodales más viejos, parece ser que el óptimo está alrededor de 25.2 a 28.0 m². No se ha observado que el sitio tenga alguna influencia en esta área basal óptima.

Estos resultados generales muestran la misma tendencia que para *Picea*, donde se presenta una estimulación del crecimiento en área basal debido al aclareo arriba de un cierto punto, pero el área basal óptima tiende a desmentirse cuando se llega a aclareos más fuertes en el caso de *Fagus*. Un área basal de 19.9 a 25.2 m² puede corresponder en muchos casos al aclareo de grado D tanto como al C el cual puede ser también el óptimo para *Picea*. El óptimo más bajo para *Fagus* puede deberse probablemente a la gran flexibilidad de las hojosas y a su tendencia a reducir el incremento en altura debido al aclareo. *Fagus* y otras especies de hojosas tienen la habilidad formar chupones y este hecho aumenta al tamaño de la copa. Esto incrementa la proporción de crecimiento en la parte baja del fuste.

4.4.2 Producción en volumen

Relación con el área basal. El crecimiento del área basal no es la meta final de producción, es apenas un factor del cálculo. El producto que se desea es naturalmente, el volumen, pero en vista de que el área basal es un factor importante y fácil de medir, a tenido un papel importante. Se informo al principio de este siglo, que en los bosques de *Fagus*, las copas se cerraron casi tan rápidamente después de un aclareo intenso como después de un aclareo ligero, por lo que se considero que el incremento en volumen aumenta mediante aclareos intensos. El aumento del área basal apoya este concepto.

En 1911 Schwappach publicó los resultados del examen de 40 lotes de *Fagus* bajo observación durante 30 años (Moller, 1954). Schwappach llegó a la conclusión de que mediante el aclareo intenso sería posible incrementar el volumen de producción de madera (madera hasta 7 cm) en un 16% en el mejor lote y un 7% en el peor lote.

Parece que estos resultaos han sido confirmados por Moldenhwer, en la práctica en Dinamarca, y a través de experimentos de Dengler en Suiza.

Surgió un movimiento llamado Schnellewchs, especialmente en Alemania, y en 1930 Gerhart publicó tablas de producción que demostraron el mayor rendimiento con los aclareos más fuertes. Las tablas surgieron de medidas tomadas durante un corto periodo y además se basaron en cálculos teóricos en los cuales el incremento del área basal tuvo lugar preponderante.

Cuando el incremento en altura se mantuvo igual y aumento el incremento del área basal como resultado del aclareo intenso, se

pensó que la producción de volumen también incrementaba. Esto ocasionó gran confusión hasta que Wiedemann (1932) en un examen de 56 parcelas de *Fagus* demostró que los grados de aclareo que dejan desde 87 a 174 pies² de área basal (19.9 a 39.9 m²/ha), no ocasionaron una diferencia marcada en el volumen de producción de madera a pesar del hecho de que el crecimiento del área basal, como resultado del aclareo intenso, fue mayor que para el aclareo ligero. Wiedemann fue el primero en aclarar esta contradicción y su explicación es como sigue:

El volumen de un rodal se obtiene al multiplicar el área basal por la altura media y el factor de forma promedio

$$V=AB \times H \times F$$

El incremento de volumen puede ser derivado como sigue, cuando la altura y la forma son considerados como un solo factor:

$$\begin{aligned} V'_{AB} &= HF \times \Delta AB \\ V'_{HF} &= AB \times \Delta HF \end{aligned}$$

$$V'_{AB.HF} = V = HF \times \Delta AB + AB \times \Delta HF$$

Esta formula indica que incremento en volumen (ΔV) se integra de dos componentes que son la forma-altura (HF) multiplicada por un incremento del área basal (ΔAB) y por el área basal (AB) multiplicada por el incremento del factor de forma-altura (ΔHF). Este último componente demuestra que el área basal es un factor en sí mismo en el crecimiento en volumen, por que la cantidad de volumen producida por el incremento en altura (y en forma) es proporcional al área basal a la cual se aplica a este incremento.

Esto significa que en dos rodales con el mismo crecimiento tanto en altura como en

área basal, el rodal con el área basal más grande tendrá el incremento en volumen más alto. Por otra parte, si dos rodales con el mismo crecimiento en altura pero con áreas basales diferentes, tienen la misma producción de volumen, el rodal abierto debe tener un incremento más grande de área basal.

La demostración de Wiedemann de que no hay proporción directa entre el incremento del área basal y la producción de volumen a aclarado este punto considerablemente. Este descubrimiento fue mencionado y discutido por Assmann (1950), Henriksen (1953) y Carbonnier (1954); a pesar de esto, la conclusión confusa de que el crecimiento de volumen es proporcional al crecimiento del área basal, sigue apareciendo ocasionalmente.

El factor de forma. En casi todos experimentos de aclareos se discute la producción de volumen como resultado final. El volumen se da, ya sea incluido todo volumen hasta 7 cm de diámetro superior o el volumen total medio hasta la punta del fuste.

Ahora bien, el cálculo de volumen no solo depende del área basal y la media de la altura, si no también del factor de forma. Esto no siempre se determina con mucha precisión y el procedimiento varía de país a país.

Por esta razón una comparación directa de volumen o de producción de volumen puede ser engañosa, pero se cree que los resultados derivados de aclareo de diversos grados, comparados entre sí, en el mismo experimento son bastante exactos, ya que una inexactitud en el factor de forma causaría desviación en la misma dirección de los diversos grados de aclareo.

4.5 Implementación del aclareo

4.5.1 Cómo marcar los árboles

Un aspecto práctico de mucha importancia es el sistema de marcación y el tratamiento debe dársele a áreas especiales como orillas de rodal, orillas de río y riachuelo y áreas cerca a nacientes, por ejemplo. Dependiendo del número de árboles a eliminar, el técnico deberá decidir si marca los árboles a dejar (marca positiva) o los árboles a cortar (marca negativa).

Un sistema útil que ayuda a disminuir los árboles a aprovechar en forma homogénea dentro de la plantación es el conocido como cajas. Una caja puede estar constituida desde 4 (2 X 2) hasta 25 (5 X 5) árboles o más, de tal manera que el técnico utiliza estos grupos para marcar según la proporción del número de árboles a eliminar. Entre mayor sea el tamaño de las cajas más difícil resultara visualizar los árboles a marcar, pero la proporción de árboles a eliminar será más variada. Así por ejemplo, una caja de 4 árboles solo será posible eliminar un 25, 50 o 75 % de los árboles. En la práctica, la caja de 9 árboles parece el tamaño más adecuado para visualizar y brinda una gran cantidad de intensidad.

Como regla, los árboles deberán marcarse por debajo de la pendiente con una marca a la altura de los ojos. Antes de entrar al rodal a aclarar, el técnico debe consultar la dirección de los vientos predominantes. Sobre esta orilla es conveniente disminuir la intensidad del aclareo eliminando en las dos primeras hileras una de cada cuatro árboles lo que corresponde a un 25 %. La idea es proteger el rodal remanente de los vientos fuertes que quieran dañarlos.

La misma precaución debe tenerse en las orillas de los ríos y riachuelos, o cerca de los nacimientos de agua, aquí el objetivo es conservar la calidad de las aguas. La

intensidad del aclareo en estos lugares variará en función inversa a la pendiente (mayor intensidad a menor pendiente).

4.6 Literatura citada

- BRAATHE, P. 1978. Los aclareos en rodales coetáneos. Traducción del Inglés por MUSÁLEM, M.A. y BECERRA, F. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Publicación especial. Chapingo, México, México. 143 p.
- EVANS, J.1982. Plantation Forestry in the Tropics. Oxford, Clarendon Press. 471 p.
- MUSÁLEM, M.A. 1989. Los aclareos en plantaciones de árboles de uso múltiple. I. Definición, método y grado de aclareo. In Curso Centroamericano de Silvicultura de Plantaciones de Especies de Árboles de Uso Múltiple (I., 1987, Siguatepeque, Honduras, II., 1988, Liberia, Costa Rica). Memorias. Ed. Por M.A. Musálem. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Pp. 401-422.
- SMITH, D.M. 1986. The practice of silviculture. Eighth Edition. John Wiley and Sons. New York. 527 p.
- WINTERS, R.K. 1977. Edited addendum No.1. Terminology of forest science, technology, practice and products. IUFRO/Society of American Foresters, Waschinton, D.C.



CULTIVO DE LAS PLANTACIONES



CAPITULO 5

CULTIVO DE LAS PLANTACIONES

Miguel Ángel Musálem/², Aurelio Manuel Fierros/², Juan de Dios Bermúdez/³,
Rosa Martínez Ruiz/³, Gustavo Enrique Rojo/³

5.1 Introducción

Una vez establecida la plantación, los cuidados posteriores para su adecuada protección y crecimiento, se vuelve un asunto crucial. Esta fase de cultivo, desde la plantación hasta la cosecha, cuando se ha soslayado, ha resultado en fracasos que desalientan toda la operación de plantación. El programa de cultivo incluye normalmente la sustitución de plantas muertas durante el primer período anual de crecimiento conocida como reposición de fallas; el control de la vegetación competidora o control de malezas; la fertilización; y desde luego la protección. En este capítulo se revisa cada uno de ellos y, por separado, debido a su importancia, la aplicación de los aclareos o regulación de la densidad.

5.2 Reposición de fallas

A la operación de sustituir las plantas muertas en una plantación por otras que sean más saludables, robustas y con raíces más grandes, se le conoce con el nombre de reposición de fallas. En una plantación no todas las plantas sobreviven, de tal forma que se hace necesario efectuar una evaluación de la sobrevivencia; dicha operación debería ser realizada unas cuantas semanas o meses después de la plantación, dependiendo de la velocidad de

crecimiento de la especie plantada. Son varios los factores que afectan la sobrevivencia en una plantación, Evans (1992) señala los siguientes:

- Plantación defectuosa, en especial la profundidad y la firmeza del suelo alrededor de las raíces
- Condiciones climáticas inmediatas a la plantación
- Condiciones de la planta (raíz desnuda, envase, extracción, transporte, relación brote/raíz)
- Suelos pobres
- Insectos perjudiciales
- Daños ocasionados por animales

Poco se ha hablado de las condiciones de sobrevivencia o mortalidad que justifiquen la reposición de las fallas, para tal situación hay una serie de ideas. Como una guía, se establece que si más de 1 250 árboles por hectárea fueron plantados, es aceptable una mortalidad hasta de un 20%, pero, en condiciones de menor densidad que la anterior, solamente son aceptables mortalidades de hasta un 10% (Evans, 1992).

Una vez determinado que es necesario realizar la reposición de fallas, ésta deberá de realizarse de acuerdo a las condiciones de crecimiento de las especies plantadas, ya

¹ El presente es una revisión, actualización, y ampliación del Capítulo Cultivo de las Plantaciones, contenido en FIERROS, A.M.; BERMUDEZ, J.D. 1993. CULTIVO DE LAS PLANTACIONES. *In* Apuntes del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (Curso CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

² Ph.D. Silvicultura. Profesores de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. pp 93 - 120. (Inédito).

³ Alumnos del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

que si se trata de especies de rápido crecimiento, la reposición deberá efectuarse lo más pronto posible, de no ser así, las nuevas plantas se encontrarán en desventaja con respecto a las ya establecidas

Alguna información de plantaciones en México, indican que, tradicionalmente, donde se utilizaba el método de brechas para plantación con las especies cedro y caoba, la supervivencia en el primer año era del orden del 50 % (Martínez, 1978). Asimismo, en el caso de *Gmelina arborea*, se han reportado supervivencias del orden del 95%, así como el buen comportamiento y una alta supervivencia de *Tabebuia pentaphylla* (Martínez, 1978). Otros datos de la supervivencia de diferentes especies se pueden observar en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Porcentaje de supervivencia de diferentes especies establecidas en Tuxtepec, Oaxaca, México.

Especie	Sobrevivencia (%)
<i>Pinus oocarpa</i> Belice	76.83
<i>Pinus tropicalis</i> Cuba	88.89
<i>Pinus caribaea</i> Guatemala	80.59
<i>Pinus caribaea</i> Nicaragua	86.66
<i>Pinus caribaea</i> Cuba	70.51
<i>Pinus pseudostrobus</i> México	04.63
<i>Gmelina arborea</i>	93.84
<i>Schizolobium parahybum</i>	93.84
<i>Melia azedarach</i>	73.00
<i>Spathodea campanulata</i>	92.34
<i>Eucalyptus</i> spp.	78.10

Fuente. Escarpita (1975)

5.3 Deshierbes

Se ha hecho énfasis en la preparación del sitio, sobre la necesidad de eliminar la maleza para propiciar el mejor establecimiento de las pequeñas plantas. Sin embargo, el control de la maleza no

sólo es necesario antes de la plantación, sino que las plantaciones requieren constantes deshierbes durante su desarrollo hasta que tengan un buen tamaño y puedan competir contra la maleza. El objetivo principal de controlar o eliminar la maleza, consiste en eliminar la competencia y estimular el crecimiento.

Se reconocen tres métodos principales de deshierbe: manual, mecánico y químico, a continuación se mencionan algunos aspectos de cada uno de ellos.

- El deshierbe manual es el método más común para plantaciones a pequeñas escalas, donde las herramientas como hoces y machetes son utilizadas para eliminar maleza entre las líneas de plantación. Este método se realiza en lugares donde las operaciones mecánicas no son posibles de efectuar.
- Las rastras de discos montados o jalados por un tractor son utilizados generalmente en las operaciones de deshierbe mecánico. No solo se destruyen las malezas con este método sino también se le proporciona un ligero cultivo al suelo.
- El uso de herbicidas es un método eficaz y con muchas ventajas, pero se debe ser muy cuidadoso en su uso. Una lista de los herbicidas más utilizados se proporciona en el Cuadro 15.

Para deshierbes en plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) Gómez *et al.* (1978) realizaron 5 tratamientos que consistieron en: limpieza general, limpia por brechas, limpia en cajeteado, limpia por selección de especies y el testigo (sin limpieza) y evaluó la sobrevivencia, y concluyó que en virtud de que la planta era muy pequeña (50 cm) no existió diferencias significativas entre los tratamientos. Lo anterior indica que es muy

importante definir la oportunidad de la aplicación de los deshierbes.

Cuadro 15. Principales herbicidas utilizados en silvicultura.

Herbicidas	Observaciones
2,4-D (ácido diclofenoxiacético)	Ataca hierbas y plantas leñosas perennes, pero no zacates, puede atacar coníferas.
2,4,5-T (ácido 2,4,5 triclofenoxiacético)	Ataca hierbas y plantas leñosas perennes, pero no zacates, puede atacar coníferas.
Amitrole	Ataca vegetación herbácea y arbustiva incluyendo coníferas, inhibe la síntesis de clorofila.
Atrazine	Ataca hierbas y zacates, pero no afecta a todas las coníferas.
Dalapon	Ataca zacates anuales y perennes y coníferas.
Simazine	Ataca zacates anuales y algunas hierbas, pero no coníferas.
Paracuat	Ataca zacates, no coníferas.
Pentaclorofenol (PCP)	Ataca zacates, no coníferas.
Sulfato de amonio	Mata tocones.
Plicloram (a-amino-3,5,6 tricloloropalinico)	Ataca plantas leñosas.

Fuente: Jasso y Martínez (1995).

5.4 Podas

La poda se estableció en Gran Bretaña desde hace tres siglos y se definió, en 1664, como la remoción en los árboles de lo que es superfluo, distinguiendo los árboles que están creciendo para madera de los que se destinan a otros propósitos como producir sombra y combustible, o servir para postes, enfatizando la necesidad de podar tempranamente para evitar grandes heridas en los árboles (Evelyn y Smith, 1966).

Los nudos que forman las ramas es uno de los defectos más comunes de la madera y, por lo tanto, el control del crecimiento y la eliminación de las ramas debe recibir casi tanta atención como la que se da al fuste principal, lo cual se consigue a través de la podas (Musálem y Fierros, 1996).

La mayor parte de la poda de ramas que ocurre en los bosques es causada por agentes físicos y bióticos y es conocida como poda natural. Este proceso va de abajo hacia arriba y se inicia debido al efecto del sombreado que las ramas superiores ejercen sobre las inferiores. La poda natural se puede promover manteniendo una alta densidad en el rodal hasta que ha alcanzado una longitud libre de ramas determinadas (Musálem y Fierros, 1996).

Las ramas no siempre caen una vez que ha cesado su función y, en ocasiones, deben ser eliminadas en forma artificial. Los nudos provenientes de ramas vivas demeritan menos el valor de la madera que los causados por ramas muertas, sin embargo, en ambos casos es deseable su control (Musálem y Fierros, 1996).

La poda es una práctica silvícola que consiste en eliminar las ramas (vivas o muertas) bajas y mal formadas de los árboles, con la finalidad de que los nutrientes y el agua absorbida por la plántula, se distribuya hacia sus partes altas

fomentando el crecimiento y persiguiendo los siguientes objetivos (Oviedo y Capó, 1992; Jasso y Martínez, 1995):

- Mejorar la calidad de la madera.
- Mejorar la conformación del tallo.
- Reducir las probabilidades de propagación de incendios.
- Tener acceso a plantaciones jóvenes, con el fin de poder practicar otras labores silvícolas.
- Reducir el riesgo de ataque de plagas y enfermedades.
- Evitar daños por vientos y acumulación de nieve, cuando la copa es asimétrica.
- Controlar la distribución de la luz solar en el rodal.
- Utilizar las ramas, para combustible o la industria.

Por lo común, la práctica de la poda puede ser un tratamiento muy costoso, por lo cual, Daniel *et al.* (1982), puntualizan que los costos varían y dependen de lo siguiente:

- El número de árboles podados por unidad de superficie.
- El diámetro de las ramas.
- El número de ramas por verticilo.
- La altura a la que se realiza la poda.
- La tasa de crecimiento y, por lo tanto, la calidad del sitio.
- La tasa de interés que se carga sobre la inversión.
- El tiempo que es necesario esperar antes de la explotación.

La poda puede justificarse desde el punto de vista económico cuando los costos acumulados del tratamiento se suponen inferiores a la diferencia entre el valor de los troncos podados y los no podados al momento de hacer el aprovechamiento final (Daniel *et al.*, 1982).

Según Oviedo y Capó (1992) en el caso de plantaciones comerciales para aserrío u otro propósito que requiera turnos largos,

ésta práctica se puede eliminar si la plantación se realiza con una densidad elevada, la cual, a través de aclareos se va regulando hasta obtener la densidad final deseada, es decir, que se induce a la masa forestal a la autopoda y esto puede remplazar a las podas artificiales. Pero, Musálem y Fierros (1996) indican que la manipulación de la densidad no siempre tienen el efecto deseado en la eliminación de las ramas en forma temprana, por lo que, a veces, es necesario recurrir a la poda artificial.

Generalmente, la poda se efectúa en dos operaciones, la primera, hasta que el árbol ha sobrepasado la altura de lo que sería la primera troza comercial. En esta operación, normalmente se podan más árboles que el segundo paso, ya que en este punto resulta más barata la operación (Musálem y Fierros, 1996).

5.4.1 Técnica de poda

La técnica de poda empleada se basa siempre en una práctica muy cuidadosa y con instrumentos precisos y filosos para no dañar al árbol. Los equipos e instrumentos empleados son variados y van desde las tijeras de mano hasta máquinas sofisticadas.

Mediante la poda se eliminan las ramas de los árboles cuando su edad es todavía corta, de modo que se obtienen árboles maduros con madera libre de nudos. En los turnos de menos de 100 años, la única manera a través de la que se puede obtener una cantidad conveniente de madera limpia es la poda artificial.

Las ramas de las especies no tolerantes mueren cuando los árboles están creciendo con espaciamiento estrecho, pero usualmente no caen del tronco del árbol en una edad suficientemente corta como para

que no dejen huella; además, los espaciamientos cortos necesarios para la muerte de las ramas pueden dar por resultados una pérdida en producción comerciable (Daniel *et al.*, 1982).

5.4.2 Los instrumentos utilizados en la técnica de poda

Las herramientas que se utilizan para la poda pueden ser manuales o mecánicas. Las más utilizadas son las tijeras manuales o neumáticas, hacha, machete, sierra de mano y podadoras telescópicas (Jasso y Martínez, 1995; Kirchner *et al.*, 1982)

- Tijeras manuales. Se emplean para ramas delgadas y para remover un brote terminal de árboles bifurcados en plantaciones jóvenes (Kirchner *et al.*, 1988).
- Tijeras de podar. Deben de tener de 8 a 14 cm de longitud, dos hojas opuestas y afiladas, algunas tienen una hoja roma y otra cortante, y hacen cortes que dejan un muñón magullado y saliente. La mayor ventaja se debe al hecho de que son más rápidas que las sierras de mano. Ramas mayores a 2.5 cm (Jasso y Martínez, 1995).
- Sierra de mano. Hojas de 20 a 30 cm de largo, con anchuras de 5 cm hasta 6 cm, lo suficientemente rígida para impedir las vibraciones, la hoja esta diseñada para cortes hacia adelante y hacia atrás, con 2 o 3 dientes largos y agudos por cm (Jasso y Martínez, 1995).
- Sierra pértiga. Se utiliza para cortar ramas que están más arriba de 2 a 2.5 metros sobre el nivel del suelo, tiene hoja estrecha, rígida, ligeramente cóncava, de 45 cm de largo con 2 dientes/cm (Jasso y Martínez, 1995).
- Podadoras telescópicas. Consisten de una sierra o tijeras con una extensión de uno o varios metros (Jasso y Martínez, 1995).

5.4.3 Edad y época de poda

La poda se debe realizar en época de poca actividad fisiológica; por ejemplo, durante los meses de invierno en la mayor parte de México (diciembre, enero y febrero) (Oviedo y Capó, 1992). Las podas pueden estar ligadas al calendario de aclareos. Por razones prácticas, es preferible aclarar primero y podar después, puesto que con ello se elimina el riesgo de que finalmente se tenga que cortar un árbol que ya ha sido podado debido a que sufrió algún daño durante la extracción de los otros árboles (Musálem y Fierros 1996).

La poda, en el caso de coníferas, se debe realizar cuando los árboles han alcanzado como mínimo el doble de la altura de la primera troza comercial (3.8 a 5 m), para evitar la formación de bifurcaciones. Además, se recomienda hacerlo cuando las ramas tienen diámetros delgados (Mas Porras, 1977)

Con relación a los árboles a podar, varios autores indican que deberán ser componentes de la corta final, dominantes, vigorosos, no torcidos ni bifurcados, sin tumores, sin plagas, con los mejores incrementos radiales y diámetro no mayor de 16 cm (Hawley y Smith, 1954).

5.4.4 Grados de intensidad de las podas

La velocidad de oclusión de la herida de poda, depende mucho del crecimiento en diámetro del lugar de la herida. Los árboles que tienen corteza delgada deben podarse con mayor cuidado que los de corteza gruesa. No sólo se dañan más fácilmente, sino también, la exposición repentina de la corteza al sol puede originar quemaduras que podrían causar la muerte del árbol (Kirchner *et al.*, 1988).

La poda de cada rama debe ser lo más cercano posible a su base, pero sin dañar el fuste, para evitar daños o ataques a través de la herida. Es conveniente que la herida sea sellada para que de esta manera se evite una posible infección provocada por insectos u hongos (Jasso y Martínez, 1995).

Según Jasso y Martínez (1995) las formas más comunes de expresar los grados de poda o intensidad de ésta son:

- La cantidad de ramas removidas, expresadas en porciento de la copa viva.
- La cantidad de ramas removido, expresado en porciento del número de total de ramas.
- El tamaño de copa de la copa actual, expresado en porciento del tamaño de la copa potencial.

Hernández *et al.* (1992) realizaron podas en una plantación comercial de *Pinus patula* Schl. *et* Cham. y concluyeron que la poda es un tratamiento cultural en las primeras etapas de crecimiento de la plantación (7 a 10 años) de valor significativo, debido a que ayuda, en cierta forma, a incrementar el área basal, además de que lleva implícito un desarrollo de alta calidad en la primera y segunda troza comercial, disminuyendo consecuentemente riesgos de destrucción y agrega también un rasgo paisajista más atractivo.

En un estudio realizado sobre poda en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus michoacana* en el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio en el estado de Michoacán, los tratamientos más indicados fueron el 50 y 33% de intensidad de poda, respectivamente. El *Pinus pseudostrobus* mostró los mejores incrementos en altura y diámetro y el *Pinus michoacana* el mejor incremento periódico en altura (García y Toledo, 1992).

5.5 Fertilización

Se ha establecido que la productividad del bosque depende de la capacidad productiva del sitio, y que el manejo de la densidad es una de las mejores herramientas para incrementar la productividad y rendimiento de un rodal. Ahora bien, una de las formas más eficaces de aumentar la productividad de un sitio forestal, es mediante la adición artificial de nutrientes, proceso conocido como fertilización.

Es bien reconocido el hecho de que los árboles, al igual que todas las plantas, requieren del suministro de ciertos elementos químicos para sus procesos vitales, uno de ellos el crecimiento. Estos elementos se han clasificado de acuerdo a las cantidades demandadas por las plantas, de tal forma que aquellos elementos necesarios en grandes cantidades tales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) se les denomina macronutrientes, en contraposición a los elementos demandados en pequeñas cantidades que se les ha denominado con el nombre de micronutrientes, tales como hierro (Fe), cobre (Cu), cloro (Cl), manganeso (Mn), boro (Bo), zinc (Zn) y molibdeno (Mo). Además de los elementos anteriores las plantas también requieren de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) que son obtenidos del agua y el aire.

A diferencia de la agricultura, la fertilización en los bosques ha sido de mucho menos importancia. Evans (1992) señala que ello se debe a tres razones:

- Lentos crecimientos y largas rotaciones en la práctica de la ingeniería forestal.
- El fracaso de algunas especies o pobres crecimientos en algunos sitios, sobre todo, en aquellos desprovistos de

cubierta vegetal donde fueron cambiando las especies, más que mejorar el sitio.

- El fertilizar fue considerado antieconómico porque la aplicación era necesaria en las primeras etapas en la vida de una cosecha y las respuestas eran inciertas, debido a lo largo de las rotaciones.

Sin embargo, dada la creciente demanda de madera y el aumento excesivo de la población, las plantaciones forestales de han incrementado y los argumentos de la práctica de la fertilización cobran cada vez más fuerza.

Existen muchas razones para fertilizar un sitio forestal o plantaciones forestales (Evans, 1992; Daniel *et al.*, 1982):

- Producción de madera de buena calidad
- Producción rápida de los bosques, cultivo más intenso y una posibilidad mayor de elección de especies
- La adición de pequeñas cantidades de nutrientes de algunos sitios empobrecidos, ha producido mejoras espectaculares en el crecimiento
- Aumento en la disponibilidad de alimentos y refugio para la fauna silvestre
- La producción de ciertos tipos de artículos, como árboles de Navidad

La situación de la fertilización no es simple ya que es una práctica cara. Evans (1992) señala que para el año de 1990, para uno de los fertilizantes (roca fosfórica) su costo se acercaba a los 150 dólares por tonelada y que la mayoría de los países tropicales tienen que importarla. En todo caso, la fertilización no debe verse como una operación aislada, y para que pueda rendir mejores resultados, tiene que ser acompañada por otros tratamientos al bosque tales como el deshierbe. Por citar algún ejemplo, Schultz (1976) citado por

Evans (1992) reporta que *Eucalyptus cloeziana* en Transval, Sudáfrica, fracasó a la respuesta de fertilización a causa de la competencia de pasto (*Setaria chevalieri*). En general, la aplicación de fertilizante y herbicidas conjuntamente proporcionan una respuesta mejor que si solo se aplicara fertilizante.

Las diferentes especies muestran distintos requerimientos de nutrientes y, obviamente, la respuesta a la aplicación de fertilizantes también es distinta. De forma tal que uno de los aspectos importantes que hay que considerar antes de la aplicación de cualquier fertilizante es conocer el estado mineral de los suelos.

5.5.1 Fertilidad en suelos

Además de construir el anclaje de los árboles, el suelo constituye el sustrato natural del cual las plantas se abastecen de elementos nutritivos necesarios para sus procesos vitales. Muchas veces las plantaciones forestales no prosperan debido, entre otras causas, a la deficiencia de nutrientes en el suelo. La deficiencia de nutrientes en el suelo se debe, según Evans (1992) a los siguientes factores:

- Suelos pobres, por ejemplo, suelos arenosos, erosionados o sobreexplotados;
- Suelos infértiles con inadecuadas tasas de ciclo de nutrientes
- Deficiencias provocadas por otros factores:
 - Altas precipitaciones que provocan la filtración de nutrientes
 - Muy poca precipitación
 - Afectación de diferentes niveles de pH: El fósforo es precipitado en suelos fuertemente alcalinos y también pueden crecer los iones Al^{+3} y Fe^{+3} en suelos muy ácidos y no estar disponibles

- Interacción con otros nutrientes: Los niveles de un nutriente pueden afectar el requerimiento para otras situaciones que se hace patente con nitrógeno y fósforo, y, fósforo y potasio. Se han presentado deficiencias en potasio debido a la aplicación de fósforo
- Excesiva competencia de maleza
- Uso de especies inadecuadas para el sitio, por ejemplo, *Leucaena leucocephala* sobre suelos ácidos con pH menor de 4.5

5.5.2 Ciclos de respuesta

La dinámica nutricional de un rodal cambia sobre el transcurso de su vida, durante el cual, distintas etapas pueden ser reconocidas (Millar, 1981, citado por Evans, 1992). Pero es en la primera etapa, cuando se presenta el mayor número de deficiencias nutricionales, es decir, en los primeros meses o años después de ser plantados.

Etapas I. Antes del cierre de copas

Una vez plantado el árbol, la fertilización en vivero, se realiza unas semanas después, en donde se puede decir que, las deficiencias nutricionales, son raras; posteriormente, (algunos meses después de la plantación) el crecimiento comienza a acelerar manifestándose en la altura, cantidad de ramas, área foliar y el tamaño del sistema radicular.

Evans (1992) señala que *Pinus patula* creciendo moderadamente rápido, en un período de 5 años produjo un total de 100 ramas. En esta etapa ninguna de las ramas bajas es suprimida, de tal forma que la copa viva aumenta año con año. Para resumir, son dos los aspectos más importantes en esta etapa:

- El desarrollo de la planta depende directamente de la absorción de nutrientes y,
- Los árboles presentan una gran capacidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes.

Etapas II. Después del cierre de copas

Son varias las características importantes que deben mencionarse en esta etapa:

- La demanda de nutrientes decrece y rara vez hace falta la adición de nutrientes;
- No hay respuesta a la fertilización;
- En esta etapa algunos tejidos del árbol almacenan nutrientes, para ser utilizados en el crecimiento, o bien, por otros tejidos;
- Es en esta etapa cuando se realizan podas o aclareos sobre la masa forestal, que de alguna manera atrasan el crecimiento, situación que puede superarse con fertilizaciones.

Etapas III. Madurez

Se considera que en esta fase de desarrollo se pudieran presentar deficiencias, debido a que la mayor parte de los nutrientes se encuentran formando parte de la biomasa o en la materia orgánica del piso forestal. Bajo estas circunstancias se puede prescribir una fertilización o cualquier otro tratamiento que acelere la descomposición de la materia orgánica.

5.5.3 Diagnóstico de deficiencias

Al igual que cualquier enfermedad, la deficiencia nutricional se manifiesta en los árboles, a través de los síntomas, siendo los más importantes:

- Crecimiento
- Color
- Cambios anatómicos

Para el primer caso, la sintomatología en un rodal con especies bien adaptadas al clima, pero que presentan serias deficiencias nutricionales, es la siguiente: apariencia raquítica, vigor pobre, guías terminales y brotes laterales cortos, copas pálidas y delgadas (Evans, 1992).

Una de las formas para identificar los árboles bajo deficiencias específicas de nutrientes, es asociando el color con la escasez de cada nutriente, de tal forma que se han podido desarrollar guías para muchas especies que facilitan la identificación de un problema específico, por ejemplo, brinzales de *Araucaria* en Papua Nueva Guinea sufren clorosis aguda, con sus hojas tornándose uniformemente amarillas o blancas, bajo condiciones de deficiencia de fierro inducido de suelos alcalinos de alto pH (Basden, 1960 citado por Evans, 1992).

La deficiencia de nutrientes, provoca también cambios anatómicos, quizá el ejemplo más importante, es el registrado a causa de la deficiencia en boro; en *Eucalyptus*, dicha deficiencia causa ondulación y decoloración de las hojas de la guía apical, que se esparce para disminuir brotes y finalmente la muerte descendente de las guías de la copa (Savory, 1962, citado por Evans, 1992).

5.5.4 Análisis de tejidos

Los análisis de tejidos proporcionan información acerca del estado nutricional de las plantas.

I. Análisis foliar

Edad del follaje y posición en la copa

Diferencias en niveles de nutrientes son, frecuentemente, asociadas con el follaje a diferentes edades en árboles siempre

verdes, aunque el follaje actual es aceptado generalmente como el de mayor utilidad para propósitos de diagnóstico (Lear, 1973, citado por Bowen y Nambiar, 1989). Al parecer, las mayores concentraciones de nutrientes se encuentran en el follaje actual.

Comerford (1981), citado por Bowen y Nambiar (1984) encontró que en *Pinus resinosa* el nivel de potasio más alto está en el follaje joven y en el follaje viejo el más bajo nivel, entre la variabilidad del árbol. Y ha sugerido que como resultado de la tensión de nutrientes hay una traslación de los elementos más móviles de follaje más viejo al actual (al igual que nitrógeno, fósforo, potasio y manganeso) entonces analizando el follaje más viejo daría una indicación acertada de estrés.

Variación genética entre árboles

La medición de la variación genética entre árboles ha permitido estimar, para ser reformado el número de árboles, que es necesario muestrear para determinar medias entre los límites dados o para detectar diferencias de tamaños dados (Lowry y Avard, 1969; Nead y Pritchett, 1974; Ellis, 1975; Berglund *et al.*, 1976; citados por Bowen y Nambiar, 1984). En la mayoría de los macronutrientes y el calcio, es generalmente mucho mayor, así como también la variación entre árboles con estos elementos (Cuadro 16).

Knigh (1979), citado por Bowen y Nambiar (1984) encontró, en una estación de crecimiento, que una gran parte de la variación en crecimiento y concentración de nutrientes en *Pinus radiata*, estuvo asociado, generalmente, con la diferencia clonal, aunque esta variación puede ser tan pequeña, 2 % en calcio o de 48% en boro, tal como puede mostrarse en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Variación en concentración de nutrientes de follaje actual en *Pinus radiata* en relación al tiempo de muestreo y clones.

Elemento	Árbol a árbol (%CV)	Número mínimo de árboles	Fracción de la variación acumulada por:	
			Fecha	Clon
N	9.4	7	0.68	0.09
P	12.3	12	0.60	0.04
K	14.3	16	0.22	0.37
Ca	21.8	36	0.41	0.23
Mg	19.8	30	0.37	0.23
Na	31.5	76	0.54	0.07
B	26.1	52	0.22	0.48
Cu	12.0	11	0.77	0.02
Mn	30.0	69	0.29	0.12
Zn	25.1	48	0.11	0.37

Fuente: Bowen y Nambiar (1984)

Variación anual y estacional

Leaf (1973) y Van Den Driessche (1974), citados por Bowen y Nambiar (1984) señalan que los proyectos de muestreo tienen que reconocer, que los marcados cambios estacionales en niveles de nutrientes, cambian de acuerdo al tipo de nutrientes. Bowen y Nambiar (1984) señalan que para la mayoría de las especies la tendencia estacional difiere marcadamente entre nutrientes con los elementos más móviles (N, P, K), los cuales tienden a mostrar niveles bajos a la mitad del verano u otoño, mientras que los elementos menos móviles como calcio y aluminio tienden a acumularse a través de la estación de crecimiento. Las variaciones anuales sobre el mismo sitio pueden ser demasiados grandes.

Diferencias en sitio y tratamiento

Dentro de este punto de vista, el propósito principal es la determinación del estado nutricional de las plantas para diferentes

sitios y tratamientos. Una misma especie puede mostrar diferencias en concentraciones nutricionales en una misma estación en dos sitios diferentes. Raupach *et al.* (1972) y Mead y Will (1976) citados por Bowen y Nambiar (1984) señalan que la tendencia estacional en una especie como *Pinus radiata* que muestra un patrón indeterminado de crecimiento, puede variar de sitio a sitio.

Por otro lado, la implementación de algunos tratamientos culturales sobre una masa forestal pueden hacer cambiar la condición nutricional de las plantas, por ejemplo, la aplicación de fertilizantes frecuentemente incrementan los niveles de nutrientes en el follaje.

Análisis químico

Mediante esta técnica se obtienen resultados analíticos que son expresados como simples concentraciones en unidades como mg/por hoja o mg/unidad de área de hoja o por ciento de cenizas, etc.

Otros tejidos

Han sido examinados otros tipos de tejidos como yemas, floema, raíces y hojarasca.

5.5.5 Análisis de suelo

El suelo constituye el sustrato de donde las plantas obtienen los elementos minerales necesarios para el proceso nutritivo, por cual, un análisis del suelo sería muy útil para conocer las diferencias nutricionales. El análisis de suelo provee información acerca del pH, capacidad de intercambio catiónico, carbono, nitrógeno, contenido de materia orgánica y textura.

5.5.6 Aplicación de fertilizante

Una vez diagnosticadas las diferencias nutricionales, y establecida la etapa en la cual se aplicará el fertilizante, sólo queda la recomendación de que dicha aplicación sea en la forma apropiada para obtener el máximo beneficio.

La aplicación del fertilizante puede ser de tres formas:

- Aplicación manual
- Con un tractor esparcidor
- De una aeronave

La aplicación a mano puede ser realizada en cualquier tipo de tierra y asegura una colocación adecuada de la dosis de fertilizante, esto es muy importante ya que no debe estar muy cerca del árbol, porque podría afectarlo, ni demasiado lejos donde no pudiera estar disponible a las raíces de las plantas.

La aplicación por medio de tractor requiere tierras planas y la aplicación aérea solo es justificable en grandes áreas.

La mayoría de los fertilizantes son comercializados en forma granulada o en polvo, aunque algunos fertilizantes pueden ser aplicados en forma líquida, ya sea regado o por medio de aspersores.

La cantidad de fertilizante a aplicar deberá ser ensayada en pequeños lotes de experimentación, aunque, la forma en que se prescribe una fertilización es en kilogramo de un elemento por hectárea. Por ejemplo, Evans (1992) señala que el fósforo es requerido en 75 kg/ha (cerca de 68 gramos por árbol si fueron plantados a 3 x 3 metros), entonces, cerca de 577 kg/ha de roca fosfórica es necesaria, ya que, el contenido de fósforo elemental en P en la roca fosfórica es generalmente de sólo el 13% o 357 kg/ha de superfosfato triple que contiene 21% de P elemental.

5.5.7 Algunos trabajos realizados sobre fertilización en plantaciones forestales

En los tratamientos de nutrición, las plántulas muestran una alta respuesta para el fósforo, sin embargo, en contraste con éstos, también se presentó una significativa respuesta al nitrógeno en presencia de fósforo. Este resultado no se debió a otros nutrientes, sino a la combinación de fósforo con nitrógeno como se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Efecto de la fertilización en el crecimiento de plántulas de *Pseudotsuga menziessi*.

Tratamiento	Nitrógeno	Fósforo	
		Peso seco (gr)	
		0	50
Sin otros nutrientes	0	0.13	0.30
	50	0.11	0.38
Media		0.12	0.30
Con otros nutrientes	0	0.14	0.25
	50	0.11	0.47
Media		0.13	0.36

Fuente: Belton y Davis (1986).

El tiempo óptimo para la aplicación del fertilizante de NPK depende del nitrógeno. Como una regla, se tiene que debe ser aplicado en primavera después de que el crecimiento vegetativo haya comenzado. Si el fertilizante es aplicado a principios del verano es seguro que el nitrógeno pueda ejercer su efecto completo hasta el otoño. Una distribución efectuada en fecha tardía promueve la acción unilateral del nitrógeno y el peligro de la lignificación de las yemas jóvenes (Baule y Fricker, 1970).

En Francia se obtuvieron crecimientos de 5 a 7 m³/ha/año, aplicando dosis de 100 a 140 kg/ha de K₂O (Fricker, 1982). Por otro lado, en Dinamarca se demostró que existe una superioridad del NPK sobre la fertilización exclusiva con N y demuestra que la fertilización con NPK tiene efectos que se mantienen durante largo tiempo (Baule y Fricker, 1970). En plántulas de un año de *Pinus roxburghii*, aplicando combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio hubo un incremento significativo comparado con el testigo (Bangash y Sheikh, 1981).

En Florida, el fosfato de roca molida se aplica comúnmente a las plantaciones de *Eucalyptus robusta* ya que los terrenos en ese estado son deficientes en fósforo y muy ácidos (el pH alcanza valores tan bajos como 3.8) (Mosqueda, 1988). En Hawaii, las plantaciones para biomasa reciben dos fertilizaciones, la primera al momento de plantar, y la segunda 6 meses después (Mosqueda 1988). En la mayoría de las regiones, las plantaciones de *Eucalyptus robusta* no se fertilizan.

Estudios recién llevados a cabo en Texas, midieron la influencia de la eliminación del estrato inferior y la fertilización con fósforo sobre el crecimiento de masas maduras en mezquite (*Prosopis* sp.). El estrato inferior se eliminó por medio de herramientas manuales. Durante un período de tres años, el tratamiento sin eliminación del estrato inferior o fertilización tuvo el crecimiento más bajo, unos 420 kg/ha. El crecimiento máximo (603 kg/ha) se produjo en el tratamiento con eliminación del estrato inferior más fertilización (Mosqueda, 1988). A veces los resultados de los fertilizantes en el crecimiento de los árboles duran varios años como se mostró con *Picea abies* de 10 años y *Pinus sylvestris* de 7 a 8 años después de aplicar nitrato de amonio (Laakknen *et al.*, 1983).

En experimentos realizados en Australia sobre *Pinus radiata* se encontró que para lograr la máxima producción es necesario fertilizar en el momento de la plantación. La primera reacción al fertilizante fue evidente hasta antes del cierre de las copas y continuó con el tiempo hasta los 25 años sin ningún estímulo adicional (Chapman y Allan, 1978).

5.6 Literatura citada

- BANGASH, S.H.; SHEIKH, M.I. 1981. Growth response of *Pinus roxburghii* seedlings to NPK fertilizers. *Pakistán Journal of Forestry* 31:(2)77 p.
- BAULE, H.; FRICKERT, C. 1970. The fertilizers treatment of forest trees. Translated by C.L. Whittles, F.L. biol; BVÑ. Verlagsge Sellschafft Munchend, Germany. 258 p.
- BELTON, M.C.; DAVIS, M.R. 1986. Growth decline and phosphorous response by Douglas fir in a degraded high-country yellow-brown earth. *N.Z.J. For. Sci.* 16(1):55-67
- BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (eds). 1984. *Nutrition of Plantation Forests*. London, Academic Press. 516 p.
- CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. 1978. *Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales*. Roma. Italia. 206 p.
- DANIEL, T.W.; U.E. HELMS; F.S. BAKER. 1982 *Principios de silvicultura*. Mc Graw Hill. México, D.F. 490 p.
- ESCÁRPITA, H. J. 1975. Programa de fabricación de Papel Tuxtepec, S. A. en materia de Plantaciones Forestales Comerciales. México y sus Bosques. 14(4):7-12.

- EVANS, J. 1992. *Plantation Forestry in the Tropics*. Oxford, Clarendon. 472 p.
- FIERROS GONZÁLEZ, A. M.; BERMÚDEZ RODRÍGUEZ, J de D. 1993. Apuntes del Curso de Silvicultura de Plantaciones Forestales. Problema Especial en Ciencias Forestales (CF 690). Programa de Postgrado. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p (Inédito).
- FRICKER, C. 1982. El árbol y la fertilización NPK. *Revista de la Potasa*. Sección 22:32-33.
- GARCÍA, M.J.; TOLEDO, B.R. 1992. Intensidades de poda en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus michoacana*. Simposio de Reforestación Comercial. INIFAP. México, D.F. pp.164-172.
- GÓMEZ T., J.; SANCHÉZ M., D.; CASTILLO V., J. 1978. Métodos de limpieza en plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*). In. III Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-INIFAP. México, D.F. pp. 653-661.
- HAWLEY, R.C.; SMITH, D.M. 1954. *Silvicultura práctica*. Editorial Omega. Barcelona, España. pp.23
- HERNÁNDEZ, T.A.; RUIZ, V.R.; RIVERA, M.C. 1992. Podas en una plantación comercial de *Pinus patula* Schl. et Cham. Simposio Reforestación Comercial. INIFAP. México, D.F. pp. 153-156.
- JASSO MATA, J.; MARTÍNEZ H., I. 1995. Plantaciones forestales. Curso Ecología y Manejo de Recursos Forestales. Programa Universitario de Medio Ambiente (UNAM). Mimeografiado. Pp. 114-115.
- KIRCHNER, S.F.; GRANADOS, C.A.; OROZCO, L. 1988. Producción forestal. Editorial SEP/Trillas. México, D.F. pp.103-110.
- LAAKKONEN, O.; KEIPI, K.; LIPAS, E. 1983. Profitability of nitrogen fertilizations in mature forest on mineral soils. *Forestry Abs.* 47(4):247.
- MARTINEZ, M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. FCE. México.1220 p.
- MAS PORRAS, J. 1977. El manejo de bosques de pino y encino mediante el sistema de cortas sucesivas de protección. Dirección General para el Desarrollo Forestal. SARH., S.F.F. México. pp. 271-205.
- MOSQUEDA, M. 1988. Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte. Comisión Forestal de América del Norte. pp. 7-8.
- MUSÁLEM, M.A.; FIERROS, A.M. 1996. Apuntes del curso de silvicultura de bosques naturales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp. 62-65.
- OVIEDO, R.L.; CAPÓ, M.A. 1992. Apuntes sobre plantaciones forestales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp. 28-29.
- SIRÉN, G. 1977. Otros tratamientos culturales. Memoria del curso de silvicultura en montes de coníferas. Dirección General para el Desarrollo Forestal. SARH., S.F.F. México. pp. 269-292.



IMPACTO ECOLÓGICO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES



CAPITULO 6

IMPACTO ECOLOGICO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Aurelio Manuel Fierros González/¹

6.1 Introducción

Se ha convertido en un lugar común el oír o decir que los ecosistemas forestales naturales realizan, pueden y deben cumplir múltiples funciones, dentro de las que generalmente se incluyen: producción, protección del suelo, conservación y regulación del ciclo hidrológico, hábitat de fauna silvestre, recreación, conservación de valores estéticos y conservación de la biodiversidad, entre los más mencionados e importantes.

Recientemente, siguiendo la moda y el desarrollo de una mayor conciencia ecológica, se habla de que todo desarrollo que tenga como base los recursos forestales y otros recursos naturales debe hacerse en forma sostenible; este concepto se ha utilizado desde el nacimiento de la práctica de la forestería como una ciencia y una profesión basada en el estudio del ambiente, como el rendimiento sostenido, que no es muy diferente, aunque tal vez un poco más estrecho, al de manejo sostenible (Fugalli, 1995).

El desarrollo sostenible se ha definido como aquel que permite cubrir las necesidades de la sociedad actual y mantiene vigente la posibilidad de que las generaciones futuras consigan las suyas; esta definición lleva implícitas tres características: equidad social, factibilidad ecológica y eficiencia económica (Reitbergen, 1993).

A pesar de que en muchas ocasiones se ha criticado al manejo forestal tradicional

como "muy antropocéntrico", todo o casi todo lo que se dice sobre las funciones múltiples de los ecosistemas forestales, el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad, son visiones antropocéntricas; solamente las han manifestado los hombres, que por otra parte, fueron los únicos seres dotados por la naturaleza para transformarla, inclusive destruyéndola, con el único límite que su inteligencia y conciencia le impongan.

Los ecosistemas forestales inducidos o creados por el hombre, dentro de ellos las plantaciones comerciales, pueden cumplir con todas las "funciones" que éste ha asignado a los naturales, si se diseñan y manejan adecuadamente.

Es natural, sin embargo, que las plantaciones comerciales sean diseñadas y manejadas en forma prioritaria para la producción de bienes maderables, aunque otras de las "funciones" mencionadas también pueden alcanzarse en forma programada (Campinhos, 1994) y aun casualmente.

6.2 Impactos ecológicos

La necesidad de madera es creciente en el mundo y en algunos países se ha tornado crítica; existen datos que indican que para fines de este siglo la demanda excederá a la oferta global de madera (Nambiar, 1984).

Por otra parte, los bosques naturales tendrán poca capacidad de contribuir para que esta situación se modifique considerablemente debido a dificultades

¹ Ph. Silvicultura. Director Forestal del Centro de Investigaciones del Pacífico Sur del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en Oaxaca, Oaxaca, México; Profesor de Silvicultura de Plantaciones Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

operativas y a la creciente corriente mundial para proteger esos ecosistemas, en su mayoría frágiles desde el punto de vista ecológico y cuya presencia es mucho más importante para fines de conservación ambiental (Zobel, 1994; Lima, 1993).

La tendencia en los principales países productores es reducir sus exportaciones debido a restricciones ecológicas y legales (Cardeña, 1994); sólo en Estados Unidos se encuentran reservados por motivos ambientales alrededor de 17 millones de ha de bosques productivos, equivalentes a más de 80% de la superficie forestal comercial de México (Mac Clery, 1993; Poder Ejecutivo Federal, 1996).

A pesar del panorama anterior y de los muchos beneficios económicos y ambientales que se le reconocen a las plantaciones forestales, existen muchas críticas adversas a ellas, generalmente de tipo ecológico, que en buena parte son científicamente infundadas, provienen de observaciones mal interpretadas o definitivamente son incorrectas (Ladrach, 1994; Zobel, 1994).

Una revisión exhaustiva de los impactos ecológicos de las plantaciones forestales comerciales está fuera del alcance de este trabajo, en el que se discuten de manera general algunos de los mitos y realidades sobre este tema, con base en información disponible.

6.2.1 Especies nativas versus introducidas

Una de las grandes críticas a las plantaciones comerciales es el uso de especies llamadas exóticas o introducidas en lugar de las naturales o nativas. Existen muchas definiciones y consideraciones acerca de qué es una especie nativa y una introducida, pero la única biológica y

ecológicamente válida es la de considerar como especie nativa a aquella que se planta dentro de los límites de su distribución natural y como introducida a la que se planta fuera de esos límites.

En primer lugar es conveniente mencionar que el uso de especies introducidas no es privativo de la actividad forestal, ya que una gran parte la producción agropecuaria se basa en el uso de especies no originarias de la mayoría de los países.

Se pueden mencionar como especies introducidas en México al trigo, el arroz, el café, el algodón, el plátano, varios de los cítricos y la caña de azúcar, entre otras. También el ganado ovino, bovino y caballar son introducidos, como lo son las aves de corral y la mayoría de los pastos comerciales (Ladrach, 1994).

Hay muchas opiniones sobre las ventajas y desventajas del uso de especies introducidas; dentro de éstas se menciona su desadaptación al ecosistema, incluyendo posibles daños a éste. Como una ventaja se menciona que estarían libres de sus plagas naturales, aunque también podrían estar expuestas a nuevas plagas y agentes patógenos (Evans, 1982).

La realidad es que la gran ventaja de considerar la posibilidad de incluir especies provenientes de otras regiones, es la de ampliar la base para una buena selección de especies que se adapten a las condiciones actuales de los sitios a plantar y cumplan con los objetivos de producción, económicos y financieros que se tracen. Este proceso de selección de especies es de vital importancia y el punto de partida para programas de plantaciones exitosos.

No existe ninguna prueba de que algún árbol introducido o nativo degrade por sí mismo al ambiente, ya que esto depende

más del manejo que se dé a las plantaciones. Valga un ejemplo teórico pero ilustrativo: supongamos que dos áreas contiguas con características ecológicas sensiblemente iguales son plantadas, una con una especie de pino nativa y la otra con una de eucalipto introducida; la primera se cosecha con tractores de oruga, para la corta y extracción, y la segunda con hacha o motosierra y cable aéreo. Como resultado, en la primera, la de la especie nativa, habrá compactación y peligro de erosión posterior; en la segunda, la de la especie introducida, esos riesgos serán mínimos. Así podría hablarse de otros aspectos de manejo o silvícolas que no son intrínsecos a las especies y que pueden aplicarse bien o mal, independientemente de ellas.

Por otra parte, y esto es deseable que se corrija, la información e investigación en plantaciones comerciales se restringe a unas pocas especies, la mayoría de ellas no naturales del país. También, las extensas revisiones que se han escrito analizando algunos de los efectos ecológicos de las especies más usadas en plantaciones en el mundo, se refieren a árboles introducidos (Chijioke, 1980; Poore y Fries, 1987; Lima, 1993).

Por último, el estado de especie nativa o introducida es muy relativo y lo que hay que analizar es su valor y pertinencia para cada programa y lugar específico; por ejemplo, el *Pinus patula* es nativo en México e introducido en Australia, situación opuesta a la del *Eucalyptus grandis*; sin embargo, ambas especies pueden cumplir múltiples funciones, tanto en Australia como en México. Recientemente, la Comisión Oaxaqueña de Defensa Ecológica (CODE) decidió apoyar un programa de promoción y capacitación para el uso del pasto vetiver (*Vetiveria zizanoides*) en comunidades campesinas.

Este pasto no es nativo de México pero representa una buena alternativa para el control de la erosión y la restauración de suelos (Narváez y Paredes, 1996; CODE, 1996).

6.2.2 Monocultivos y Biodiversidad

Otra de las críticas que frecuentemente se hace a las plantaciones comerciales es que se realizan generalmente en áreas grandes y continuas y en monocultivos, lo que les da una gran fragilidad ecológica y favorecen muy poco la conservación de la biodiversidad.

Por una parte, no resulta totalmente cierto que la biodiversidad sea sinónimo de estabilidad y el ejemplo más importante lo tenemos en los bosques húmedos tropicales que presentan una diversidad muy alta, pero son bastante vulnerables a las perturbaciones (Lima, 1993). Ecológicamente hablando, es más importante la frecuencia con que una especie ocurre en una área determinada que el número de especies; se considera que un rodal con 20 especies y diez individuos de cada una de ellas, tiene mayor diversidad florística que uno con 180 árboles de una especie y sólo uno de cada una de las otras 19 (Evans, 1982).

También es conveniente recordar que algunos ecosistemas naturales presentan baja diversidad arbórea, como los bosques de *Nothofagus* en Nueva Zelanda, de *Pinus strobus* en Pennsylvania, de *Eucalyptus* en Tasmania y de *Pseudotsuga* en Canadá (Lima, 1993). En México existen rodales puros de "palo de tinto" (*Haematoxylon campechianum*) y en Costa Rica de "cativo" (*Prioria copaifera*).

Por supuesto que una plantación comercial, que no es sino una "fábrica de madera", debe manejarse buscando efectividad para

ese fin, lo cual se facilita incluyendo una o pocas especies en el mejor de los casos, con el fin de obtener productos lo más homogéneos posible. Imaginemos por un momento que una fábrica de automóviles tuviera que producir cada día varios autos de diferentes marcas; eso sería poco más o menos que un caos.

La gran mayoría de los productos agropecuarios se obtienen en monocultivos o monoexplotaciones. Los bosques cultivados también pueden verse como otro cultivo agrícola, sólo que de ciclos más largos (Zobel, 1994).

Se pueden tomar muchas medidas silvícolas y de manejo para mitigar el efecto de las plantaciones en monocultivo tales como: una buena selección de especies, incluir el mayor número de especies que sea factible, conservar áreas y corredores de vegetación natural dentro de las plantaciones, principalmente a lo largo de las corrientes hidrológicas, manejar espacialmente las áreas de edades diferentes (plantación y cosecha en mosaicos), favorecer y manejar las especies naturales en el sotobosque, determinar áreas mínimas factibles de aprovecharse económicamente a matarrasa, uso de sistemas de aprovechamiento de bajo impacto, protección contra incendios, plagas, enfermedades, y la caza ilegal (Evans, 1982; Lima, 1993; Siqueira, 1994; Campinhos, 1994).

Con estas y otras prácticas, se ha logrado la reintroducción de especies de flora y fauna naturales en forma a veces programada y otras casualmente.

En las famosas plantaciones de *Eucalyptus* de la empresa Aracruz Florestal en Espírito Santo, Brasil, la vegetación forestal remanente se deja o enriquece hasta obtener una relación de 1 ha natural por 2.4

ha de plantación; se han detectado 156 especies de pájaros, 36 de mamíferos y 3000 de insectos (Caminhos, 1994).

En una plantación de *Eucalyptus grandis* en Minas Gerais, Brasil, cosechada y dejada a rebrotar, a los seis años después de la cosecha se encontraron 635 árboles nativos/ha, pertenecientes a 123 especies de 67 familias, con una área basal de 18 m²/ha. Después de otros 10 años de observación, la riqueza de especies permaneció y algunos árboles naturales alcanzaron hasta 29 cm de diámetro normal y 28.5 m de altura (Claudio *et al.*, 1995).

Existen muchos otros ejemplos de plantaciones comerciales puras, en donde el mejoramiento de los hábitats degradados permitió el regreso de fauna ya ausente en esas áreas: en Malawi, el leopardo, en Venezuela con *Pinus caribaea*, el venado y el jaguar (Evans, 1982); en sabanas de la India, el antílope, el lobo y la abeja de rocas en *Eucalyptus* (Sequeira, 1994). En Swazilandia, Evans (1982) observó el crecimiento de las poblaciones de animales silvestres conforme las plantaciones puras aumentaban de edad; se mencionan entre otros a búfalos, monos, puercoespines, lince, conejos, mangostas y ciervos, que no se encontraban en pastizales adyacentes a las plantaciones.

También hay otros estudios que muestran que existe poca diferencia en la diversidad de flora en el sotobosque de plantaciones puras de especies introducidas, aun comparándolas con rodales naturales: en la India, en plantaciones de *Eucalyptus*, Mathur y Soni (citados por Lima, 1993) encontraron 125, 35 y 770 especies de gramíneas, herbáceas y arbustivas, respectivamente, contra 13, 10 y 244, en el mismo orden, en poblaciones naturales de *Shorea*. En España, Bara y colaboradores

midieron sotobosques de plantaciones de eucaliptos y pinos y al compararlos con rodales de roble naturales, no encontraron diferencias significativas ni incompatibilidad alguna (citados por Lima, 1993).

Por último, es conveniente reconocer que un monocultivo de cualquier especie nunca podrá proveer las mismas condiciones que una área de vegetación natural; esta situación es más crítica en los cultivos agrícolas y pastizales, que en los forestales, en donde se pueden mitigar los efectos con las prácticas de manejo ya mencionadas y favorecer el desarrollo de especies de flora y fauna nativas.

6.2.3 Impacto en los bosques naturales

Otro aspecto que se menciona con frecuencia es que el área de plantaciones comerciales crece a costa de la reducción de los bosques naturales.

Esta situación, que fue cierta hasta tiempos recientes en otras regiones del mundo, nunca ha ocurrido en México ya que las pocas plantaciones comerciales establecidas en el país, se han hecho en terrenos que ya no tenían vegetación arbórea por diversas causas, principalmente por el cambio de uso del suelo.

Actualmente, la tendencia mundial es la de ya no cortar bosques naturales para el establecimiento de plantaciones comerciales, como se hace actualmente en Brasil, Chile y Colombia (Couto *et al.*, 1994; Bisso, 1994; Barrera, 1994), sólo para mencionar algunos ejemplos de países latinoamericanos.

Con el uso de terrenos desprovistos de vegetación arbórea que ya no son rentables para la producción ganadera y agrícola, en donde aun pueden cultivarse árboles

económicamente, con un buen programa silvícola, de mejoramiento genético, de fertilización, de cosecha y de comercialización, con incentivos fiscales y financiamiento adecuado, realmente puede obtenerse el efecto contrario, es decir, la conservación de los bosques naturales y reducir la presión sobre ellos al complementar o sustituir su producción con la de madera cultivada en plantaciones (Ladrach, 1994; Zobel, 1994).

Como ejemplos de lo anterior, es impresionante conocer que sólo una empresa en Brasil, la ya mencionada Aracruz Florestal, en una área de 200 000 ha (de las cuales sólo 130 000 están plantadas) se producen 4 millones de m³/año (Fonseca, 1994). Esta cantidad representa 63% de la madera producida legalmente en todo México durante 1994, 6.4 millones de m³ en una superficie bajo manejo de 7 millones de ha (SAGAR, 1994; Poder Ejecutivo Federal, 1996).

Hay que recordar, además, que Brasil cuenta actualmente con alrededor de 6.2 millones de ha de plantaciones comerciales, la mitad de ellas con Eucaliptos que contribuyen actualmente con 3.9% del PIB de ese país (Couto *et al.*, 1994).

Otro dato interesante es el caso de Chile, que se convirtió en exportador neto de madera de uso industrial de 1974 a la fecha. En este país en sólo 1.6 millones de ha que representan el 13 % de las áreas forestales, se produce el 80 % de la madera, mientras que en los 5.5 millones de ha de bosques naturales, el restante 20 % (Bisso, 1994).

6.2.4 Impacto en el agua

Se ha mencionado que algunas especies que se usan en las plantaciones forestales comerciales pueden alterar el régimen de lluvias, desecar los terrenos, abatir el manto freático o producir agua de mala calidad cuenca abajo. Las críticas más fuertes son sobre el eucalipto en casi todo el mundo y sobre los pinos en los lugares en donde no es nativo.

Generalmente estas críticas no están basadas en información científica y tienen que ver más bien con la controversia de especies introducidas contra especies nativas. En México, nadie criticaría las plantaciones de pinos como se ha hecho en otros países; en Australia se manejan los bosques naturales de eucaliptos en las cuencas hidrográficas de algunas ciudades y se obtiene un caudal continuo de agua de alta calidad (MMBW, citado por Ladrach, 1994).

En su extensa revisión sobre los efectos los eucaliptos en el ambiente, Lima (1993) concluye que no hay ninguna evidencia disponible que soporte que esta especie, ni ninguna otra, contribuyan a alterar el régimen de lluvias. En todo caso es bien conocida la función de los árboles para regular el ciclo hidrológico, a través de la interceptación del agua de lluvia y favorecer su infiltración y el mantenimiento de una humedad relativa mayor que en terrenos descubiertos, a través de la evapotranspiración. El balance hídrico en cuencas hidrográficas reforestadas no difiere significativamente del que se ha determinado en otras cuencas con cobertura forestal natural.

Con relación al consumo de agua excesivo y al abatimiento del manto freático, sucede lo mismo que en el caso anterior: ninguna especie forestal se comporta en forma sensiblemente diferente a otras, sea natural o introducida, en plantaciones o bosques

naturales y su eficiencia por tonelada de materia seca producida es mayor que en cultivos como la caña de azúcar, fríjol, maíz, trigo o alfalfa (Lima, 1993; Ladrach, 1994).

Muchos autores citados por Ladrach (1994) han concluido que el consumo de agua esta relacionado con la rapidez de crecimiento; en el caso de las plantaciones comerciales, en las que se busca eso, naturalmente habrá mayor consumo de agua que si se plantan especies con crecimientos menores para otros propósitos no comerciales. Sin embargo, no hay que olvidar que los árboles sólo usan el agua como solvente de los nutrientes y para sus procesos fisiológicos, pero intrínsecamente ni la pueden contaminar ni se la pueden "llevar" a ningún lado.

Se ha probado inclusive la utilidad de los árboles de rápido crecimiento en sistemas agroforestales, en donde a pesar de la competencia por luz, agua y nutrientes en las zonas cercanas a ellos, producen otros beneficios colaterales como la protección contra el efecto erosivo y desecante de los vientos, la reducción de costos de control de la competencia, la producción rápida de madera y leña, la protección al ganado y un mayor aprovechamiento de insumos como los fertilizantes (Fierros, 1989; Lima, 1993; Couto *et al.*, 1994).

Es cierto que una preparación inadecuada del suelo, el mal manejo de la vegetación del sotobosque y el uso indiscriminado de agroquímicos pueden causar contaminación del agua, pero no hay ninguna razón para cometer esas fallas si los trabajos se planean considerando cuidadosamente cada situación específica.

6.2.5 Impacto sobre el suelo

Son varias las críticas que se hacen a las plantaciones forestales en relación con su impacto en las propiedades físicas y químicas del suelo, principalmente en su fertilidad.

En general mucho del éxito inicial de las plantaciones forestales depende de la preparación del suelo para el establecimiento de los brinzales y del control de la vegetación competitiva, al menos mientras se produce el cierre de copas.

Si esta preparación no se realiza de acuerdo con las características físicas del suelo y con la topografía de los terrenos, y la vegetación de cobertura no se maneja adecuadamente, se puede exponer al suelo a la intemperización excesiva, la lixiviación y la erosión (Evans, 1982).

Una vez establecidos los árboles y la cobertura vegetal subyacente, las plantaciones protegen al suelo igual y en ocasiones mejor, que una cobertura de árboles naturales. En este punto es conveniente destacar la importancia de las buenas prácticas silvícolas para lograr lo anterior: buena preparación del suelo y el uso de la densidad y distribución adecuadas.

Otro seriado crítico puede presentarse en el momento de la cosecha, donde el uso indiscriminado e inadecuado de maquinaria puede producir erosión y compactación, pero esto no es privativo del aprovechamiento de las plantaciones, ya que también puede suceder en la explotación de bosques naturales. Una vez más, las buenas prácticas silvícolas y de manejo pueden evitar estos problemas.

Un aspecto que es real, es la gran demanda de nutrimentos que tienen los árboles de rápido crecimiento, lo cual se acentúa

cuando los rodales se manejan en rotaciones muy cortas. Existe evidencia de la reducción de la productividad en las rotaciones subsiguientes de este tipo de plantaciones (Chijioke, 1980; Evans, 1982).

El asunto no tiene nada de extraño, ni debe asustar a nadie. La cantidad de nutrimentos disponibles en el suelo esta relacionada con el material madre del que se formó; ellos son adicionados y repuestos a través del intemperismo de ese material, de la precipitación y además, en el caso del nitrógeno, por la fijación biológica (Lima, 1993).

Si estos procesos no se dan con la rapidez suficiente para reponer lo que extraen los árboles o cualquier otro cultivo, incluyendo los pastizales, el suelo no tendrá la capacidad de proporcionar los nutrimentos necesarios para sostener esos rápidos crecimientos y altas producciones durante un tiempo indefinido.

Por ejemplo, se ha determinado que la fertilidad en equilibrio de los suelos correspondería a una productividad media de granos en el intervalo de 650 a 2 000 kg/ha (Loomis, citado por Lima, 1993). Así, producciones mayores sólo pueden sustentarse en la adición constante de fertilizantes y el alto nivel de tecnología aplicado. Un enfoque igual puede darse en el caso de las plantaciones forestales comerciales, que como ya se mencionó solo difieren de los cultivos agrícolas en la duración de sus ciclos productivos.

Por otra parte, existen datos que muestran que los requerimientos nutricionales de los árboles en general son más bajos que los de los cultivos agrícolas, aun considerando la extracción completa de aquellos (Lima, 1993).

Con lo dicho anteriormente, queda claro que uno de los aspectos que no deben descuidarse en el caso de los programas de plantaciones forestales comerciales, es el de mantener la productividad del sitio, pues con las altas tasas de crecimiento y acumulación de biomasa leñosa ya señalados al principio de este documento, la remoción de nutrientes es considerable.

Sin embargo, existen estudios que demuestran que alrededor de 70% de los nutrientes extraídos por los árboles se acumula en las hojas, ramas y corteza (Lima, 1993). Así la parte importante de la cosecha, los tallos o fustes principales, sólo contienen 30% de los nutrientes, de aquí que una de las prácticas más recomendables es la de no efectuar aprovechamientos que impliquen la remoción de árboles completos, dejando la mayor parte de los residuos en el sitio y tomando medidas para promover su integración rápida al suelo y acelerar su reciclaje; la práctica de quemar los residuos del aprovechamiento no es recomendable.

Otras pérdidas importantes de nutrientes pueden provocarse por la erosión y la lixiviación de ellos a través del perfil del suelo. Ya se ha mencionado que la erosión no debe presentarse si cuidamos que la preparación del terreno sea adecuada y además se permite la permanencia de la cobertura del sotobosque el mayor tiempo posible, lo cual también tiene un efecto positivo contra la lixiviación.

Otras prácticas silvícolas recomendables son: usar especies nodriza fijadoras de nitrógeno, optimizar el tamaño y distribución de las áreas de corta, establecer períodos de descanso de las áreas recién cortadas y cubrirlas con otros árboles o vegetación o cultivos que los protejan y ayuden a mejorar su fertilidad.

Por último, existe el recurso de fertilizar los sitios de acuerdo con las necesidades, lo cual no sólo es posible con fertilizantes comerciales, sino también otros materiales tales como rocas minerales, estiércoles, compostas y abonos verdes (Brady, 1984; Pritchett y Fisher, 1987; Baier, 1994).

6.3. Conclusiones

Debido a la gran superficie del territorio de México con aptitud forestal que se encuentra sin cobertura arbórea o con un alto grado de fragmentación de ésta, existe un gran potencial para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en el país.

La utilización del gran potencial del país para desarrollar programas de plantaciones forestales comerciales, puede contribuir para reducir la presión sobre los bosques naturales remanentes, reducir el déficit de la balanza comercial del sector y aumentar considerablemente su aportación a la economía nacional.

La mayoría de los comentarios acerca de los posibles impactos ecológicos negativos de las plantaciones comerciales, son lugares comunes sin suficiente sustento científico o de otro tipo.

El uso de especies introducidas en forma errónea, el manejo en monocultivos, la pobreza de diversidad biológica, el desplazamiento de los bosques naturales, el impacto en el consumo y la calidad del agua y en los suelos, son problemas potenciales que se pueden evitar y mitigar utilizando prácticas silvícolas y de manejo adecuadas a cada situación.

Dentro de estas prácticas, se pueden señalar: la correcta selección de especies, la preparación adecuada del suelo, el manejo apropiado y la conservación de la

vegetación arbórea y del sotobosque naturales remanentes, la inclusión de más de una especie, el mejoramiento genético, las prácticas de manejo del suelo y de conservación de la fertilidad y el uso de sistemas de extracción de bajo impacto. Además, deben contemplarse la protección contra incendios, plagas, enfermedades y la caza ilegal y la reintroducción de especies de flora y fauna naturales.

6.4 Literatura citada

- BAIER A., T. 1994. Abonos verdes. In C. Caballero y J. Montes R. 1994. Agricultura sostenible: un acercamiento a la permacultura. Universidad Autónoma de Tlaxcala-PRAXIS, A.C. pp. 65-82.
- BRADY, N. C. 1984. The nature and properties of soils. MacMillan, New York, E.U.A. 627-651. (Capítulo 19. Recycling nutrients through animal manures and other organic wastes).
- BARRERA, C. 1994. Experiencia de Colombia en Plantaciones Forestales. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 472-478.
- BISSO C., G. 1994. Visión empresarial del sector forestal chileno. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 451-464.
- CAMPINHOS JR., E. 1994. Sustainable management of plantation forest in the tropics and subtropics. In. Readings in sustainable forest management. Food and Agriculture Organization (FAO), Roma, Italia. Forestry Paper No. 122. pp. 45-54.
- CARDEÑA R., J.B. 1994. Situación actual y perspectivas sobre el establecimiento de plantaciones comerciales en México, In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 480-486.
- CLAUDIO, DA S., M.; F. RUBIO S.; F. DE SOUSA C. 1995. Regeneration of an atlantic forest formation in the understorey of an Eucalyptus grandis plantation in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 11:147-152.
- CODE. 1996. El embajador de Canadá entrega fondos. El Tecolote (Oaxaca, México) 3(14):9.
- COUTO, L.; D. R. BETTERS; L. L. WRIGTH. 1994. Technical aspects of commercial eucalypt plantation in Brazil: an overview. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 211-232.
- CHIJIJOKE, E. O. 1980. Impact on soils of fast-growing species in lowland humid tropics. Food and Agriculture Organization (FAO), Roma, Italia. Forestry Paper No. 21. 111 p.
- EVANS, J. 1982. Plantation forestry in the tropics. Clarendon, Oxford, England. 472 p.
- FIERROS GONZÁLEZ, A. M. 1989. Árboles y ganado combinados: ventajas y desventajas. In Memoria del Simposio Agroforestal en México. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México. pp. 304-322.

- FONSECA, S. 1994. Experiência da Aracruz Celulose em plantações de eucalipto. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 187-193.
- FUGALLI, O. 1995. Fugalli se dirige a los forestales. *Unasyuva* 46 (182):43. Reimpreso en ISTF NOTICIAS 16(4):3, 1995.
- LADRACH, W. E. 1994. Aspectos ecológicos de la reforestación In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 423-441.
- LIMA, W. De P. 1993. Impacto ambiental do eucalipto. Universidade de Sao Paulo. 301 p.
- MAC CLEERY, D. N. 1993. American forests: a history of resiliency and recovery. Forest History Society, Durham, North Carolina, E.U.A. 58 p.
- NAMBIAR, E.K.S. 1984. Plantation forestry: Their scope and a perspective on plantation nutrition. In: G. D., Bowen y E.K.S., Nambiar (eds.). 1984. Nutrition of plantation forests. Academic Press, London, England. pp. 1-15.
- NARVÁEZ, G.; PAREDES, E. 1996. Primeros pasos en la lucha contra la erosión. El Tecolote (Oaxaca, México). 3(14):5-7.
- PODER EJECUTIVO FEDERAL. 1996. Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F. 79 p.
- POORE, D.; FRIES, C. 1987. Efectos ecológicos de los eucaliptos. Estudio Montes No. 59. Food and Agriculture Organization (FAO), Roma, Italia. 106 p.
- PRITCHETT, N. L.; FISHER, R. F. 1987. Properties and management of forest soils. Wiley, New York, E.U.A. pp. 349-375. (Capítulo 19. Fertilizer materials and application systems).
- REITBERGEN, S. 1993. The earthscan reader in tropical forestry. Earthscan, Londres, England. pp. 1-12.
- SARH-SFF. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico: Memoria Nacional. SARH-SFF, México, D.F. 81 p. + Apéndice.
- SAGAR. Subsecretaria de Planeación. 1994. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. México, D.F. p. 8.
- SIQUEIRA JR., L. 1994. Los monocultivos y la biodiversidad. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. 1994 Memoria. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 442-450.
- ZOBEL, B. J. 1994. Feasibility of establishing forest plantations in the tropics of America. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH-SFF), México, D.F. pp. 487-491.



ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LAS PLANTACIONES FORESTALES



CAPÍTULO 7

ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES/¹

Víctor Sosa Cedillo/²

7.1 Introducción

La producción y consumo de celulosa y papel se ha convertido en un asunto de carácter estratégico en el mundo. A semejanza de otros bienes primordiales, como los hidrocarburos, existen países que tienen un gran potencial y producen grandes cantidades de celulosa y papel, mientras que otros, por razones físicas o económicas, no tienen la posibilidad de producirlos y se vuelven altamente dependientes de los países productores, con fugas cuantiosas de divisas, lo cual impacta severa y negativamente a sus economías.

Con el crecimiento poblacional es previsible que los países menos desarrollados se vuelvan más dependientes de los países productores de celulosa y papel. Por esto, el análisis de alternativas para producir y satisfacer la demanda de la población de estos productos, es de fundamental importancia.

Las principales fuentes de materia prima para la producción de celulosa, que es a la vez la materia prima principal del papel, es la madera que se obtiene de los árboles. Esta madera se puede obtener de bosques naturales -como ha sido principalmente hasta ahora-, o de plantaciones creadas específicamente para este propósito.

Debido a diversos factores, México es deficitario en su producción de celulosa, de materias primas para la producción de papel y de papel y cartón. De no tomarse las medidas necesarias, las ya de por sí cuantiosas importaciones que se registran por estos conceptos, pueden crecer considerablemente en el mediano plazo y constituir uno de los principales factores, que afecten negativamente a la balanza comercial del país.

Por lo anterior, resulta urgente tener claridad en cuanto a este problema y sus posibles soluciones, las cuales constituyen oportunidades que podrían generar enormes beneficios económicos, ecológicos y sociales para México. En este documento se presenta un resumen de los aspectos económicos de la producción de celulosa y papel en México, así como su relación con los bosques naturales y las plantaciones forestales comerciales.

7.2 Marco General

7.2.1 Bosques naturales

Según el Inventario Mundial Forestal de la FAO de 1990, el 26% de la superficie del mundo está cubierta por bosques, esto equivale a 3,411 millones de hectáreas.

¹ Conferencia presentada al III Curso de Ecología y Recursos Forestales. Programa Universitario de Medio Ambiente. Ciudad Universitaria, Distrito Federal, México. Noviembre, 1995.

² Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Asesor de Proyectos Especiales. Consultores Internacionales CLB. México, Distrito Federal.

De esta superficie, el 42% está localizada en países desarrollados y el 58% en países en desarrollo. Como es sabido, los bosques se están perdiendo a una tasa acelerada, especialmente en las zonas tropicales, en las cuales se estima una pérdida del 0.8% anual en el período de 1980 a 1990, equivalente a 15.4 millones de hectáreas.

Forestal Periódico elaborado por la Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre de la SARH, México tiene una superficie boscosa de 56 millones de ha, integrada en 54% por bosques de clima templado; y 46% de selvas de clima cálido. La deforestación estimada en México de 1980 a 1990, es de 370 mil ha por año.

La principal fuente de madera para celulosa de bosques naturales se obtiene de especies coníferas, como son los pinos y abetos, estos árboles se encuentran principalmente localizados en el hemisferio Norte. Las reservas de bosques de coníferas más grandes del mundo se ubican en la ex-Unión Soviética, Canadá, Estados Unidos de América, Finlandia y Suecia. Esto se ha traducido, también en que estos son los principales países productores y exportadores de celulosa y papel de bosques naturales a nivel mundial.

Los bosques tropicales que se localizan en el Ecuador y en el hemisferio Sur, no son fuente hasta ahora de materia prima para la producción de celulosa. Las especies que allí se presentan se utilizan para madera aserrada, chapas, tableros y triplay.

7.2.2 Plantaciones comerciales

Se estima que en el mundo existen alrededor de 40 millones de ha de plantaciones forestales comerciales. De estas, alrededor de la mitad son de crecimiento medio y bajo, la otra mitad de crecimiento medio y alto. Asimismo,

alrededor del 65% de las plantaciones son de coníferas y el 35% de especies latifoliadas u hojosas.

Las principales plantaciones comerciales de coníferas se localizan en el Sur de Estados Unidos, Brasil, Chile y Nueva Zelanda. Las plantaciones de hojosas, en este caso de eucalipto, se ubican en Brasil y Sudáfrica.

A diferencia de los bosques naturales de coníferas donde los ciclos de aprovechamiento usualmente rebasan los 100 años, en las plantaciones tropicales de rápido crecimiento, los ciclos con eucalipto pueden ser de 5 a 10 años y con pinos de 20 a 35 años. Por otra parte, mientras que la productividad por ha en bosques naturales del norte es en promedio de un metro cúbico por año, en las plantaciones tropicales se han llegado a obtener incluso crecimientos superiores a los 100 m³ por ha y por año.

Las mejores plantaciones de eucalipto, hasta ahora se localizan en Aracruz, Brasil, donde la productividad es de 55 a 60 m³ por año. En Chile se han alcanzado valores superiores a 30 m³ por ha por año, con plantaciones de *Pinus radiata*.

En México, debido a limitantes legales y de tenencia de la tierra, no se han desarrollado las plantaciones forestales comerciales. La única experiencia existente es una plantación de pinos de cerca de 10 mil ha, que se realizó por la empresa FAPATUX el estado de Oaxaca.

Es recientemente que se han iniciado este tipo de proyectos con los cambios al artículo 27 constitucional, la Ley Agraria y la nueva Ley Forestal, que se tienen proyectos en diversos grados de desarrollo por más de un millón de ha, destacando como uno de los principales, el proyecto

del grupo PULSAR, con 300 mil ha, en los estados de Tabasco, Chiapas y Campeche. Esto significa, que hasta ahora la producción de madera para celulosa en México ha provenido en su totalidad de bosques naturales, no obstante tener grandes ventajas comparativas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento.

7.2.3 Tierras con potencial de plantaciones

Las tierras con mayor aptitud para realizar plantaciones forestales comerciales, son aquellas que: tienen niveles de precipitación superiores a los 1000 mm/año, temperaturas promedio anuales mayores a los 25°C; y suelos profundos sin graves problemas de alcalinidad, drenaje o acidez; este tipo de áreas se localizan principalmente entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio. Por esto, los principales países que han desarrollado plantaciones comerciales se ubican entre estas latitudes.

México tiene excelente potencial biológico, físico y climático, para el establecimiento de plantaciones de árboles forestales, tanto de especies de coníferas, como de hojosas. Según el Inventario Nacional Forestal Periódico, el país tiene 8 millones de hectáreas de terrenos preferentemente forestales, con aptitud para realizar plantaciones forestales, a esta superficie habría que agregar las áreas dedicadas a uso agropecuario marginal, que tienen un excelente potencial para plantaciones, con niveles de rentabilidad superiores a las actividades agrícolas y ganaderas de carácter extensivo. Conservadoramente se estiman 12 millones de hectáreas con excelentes características para la producción de madera, principalmente para la industria de la celulosa, lo cual lo ubica

entre los primeros países del mundo con este potencial.

7.2.4 Marco Legal e Institucional

Artículo 27º Constitucional y Ley Agraria

Estos ordenamientos establecieron los siguientes aspectos principales: la pequeña propiedad forestal de 800 ha, la posibilidad de formar sociedades mercantiles o civiles hasta por 25 veces la pequeña propiedad individual, así como la factibilidad de realizar asociaciones a largo plazo con aportación de las tierras o el usufructo de las mismas. Todo esto, permite asociaciones entre industriales y dueños de la tierra, para realizar actividades productivas.

Ley Forestal

En 1992 se promulgó una nueva Ley Forestal. En relación con las plantaciones forestales comerciales, esta ley establece lo siguiente:

- La necesidad de formular un programa de manejo forestal para plantaciones superiores a 10 ha.
- Que es atribución de la SARH (hoy SEMARNAP) fomentar las plantaciones comerciales, así como promover asociaciones entre ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios y otros productores forestales, así como entre estos e inversionistas.
- El fomento por parte de la SARH (SEMARNAP), SEDESOL y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de la reforestación y plantaciones comerciales.

Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente

De acuerdo con esta Ley se podrían aplicar a las plantaciones forestales, disposiciones a través de Normas Oficiales Mexicanas y Normas Técnicas, relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación de suelos. También criterios ecológicos generales que existan sobre la prevención y control de la contaminación y degradación de los suelos, así como para su aprovechamiento.

7.2.5 Aprovechamiento Forestal

Aprovechamiento y extracción

Los sistemas silvícolas que se utilizan en los países altamente productores de celulosa de madera, proveniente de bosques naturales y de plantaciones, son los caracterizados por lo siguiente:

- Métodos de corta intensivos. Esto es, cortas y aprovechamiento de áreas muy grandes, en las cuales el volumen de materia prima que se obtiene es muy superior al que se obtiene en México, con sistemas de cortas selectivas o sucesivas. En términos generales, se podría decir que los volúmenes de corta por hectárea son dos veces inferiores en México que en estos países.
- Terrenos con topografía más o menos plana y de fácil accesibilidad.
- Bajos costos de extracción y transporte.
- Cercanía a las plantas de transformación.

Asimismo, las ventajas señaladas anteriormente se acentúan en los países que tienen plantaciones forestales comerciales, por el rápido crecimiento de las mismas, bajos salarios y mayor compactación de las áreas y cercanía a las fábricas y puertos para exportación.

Con la apertura comercial y la entrada de México al GATT, la producción forestal

maderable de México ha venido disminuyendo a partir de 1989 en que se produjeron 8.9 millones de metros cúbicos de madera en rollo.

En 1993, solo se produjeron 6.3 millones de metros cúbicos en rollo, o sea, un 30% menos. Esto se debió a la poca competitividad de la producción maderable de México, en relación con países como Canadá, Estados Unidos y Chile. Particularmente, los aranceles para la importación de celulosa bajaron del 0% a 5% con lo cual, la producción nacional entro en fuertes problemas para competir con el exterior.

7.2.6 Industrialización

En México hay 9 fábricas de celulosa de madera localizadas en: Chihuahua 1, Durango 2, Jalisco 1, Estado de México 2, Michoacán 2 y en Oaxaca 1. De estas fábricas, en 1994 solo quedaba en operación la fábrica de celulosa ubicada en Atenquique, Jalisco, el resto había cerrado definitivamente o temporalmente. En 1995 han reiniciado su operación varias fábricas por la devaluación y aumento internacional del precio de la celulosa

En 1992, la capacidad instalada de la industria nacional para fabricar celulosa de madera era de 750 mil toneladas por año. En ese año la producción fue de 319 mil toneladas, lo cual significó una utilización de 43% de la capacidad instalada. En 1993 se uso el 30% de la capacidad instalada.

7.2.7 Incentivos

Pocas actividades han sido incentivadas en el mundo en tantas modalidades y en tales cantidades de dinero como la reforestación. Los subsidios en dinero o en especie son usados por el sector público para inducir la

acción privada en la actividad e industria forestal, en muchos países.

Existen cuatro formas principales de instrumentos de política, que inciden en la reforestación de un país:

- Inversión pública directa.
- Regulación de la acción pública y privada.
- Incentivos de varios tipos que mejoran la acción privada.
- Promoción de las plantaciones forestales con información al público de los beneficios económicos y ecológicos.

Los incentivos y una política forestal activa han sido fundamentales para el éxito logrado en Sudamérica. En general, los incentivos para promover plantaciones por compañías y propietarios de superficies grandes han sido más efectivos, que en el caso de pequeños propietarios. Estos requieren de ingresos inmediatos de las plantaciones y no pueden esperar hasta el aprovechamiento al término del ciclo de la plantación.

Los incentivos para la reforestación pueden ser clasificados en dos categorías:

- Incentivos directos: Que se otorgan a particulares, empresas y otras entidades para alcanzar un objetivo específico. Estos son: contribución a los costos de la reforestación, servicios, créditos blandos e incentivos fiscales.
- Incentivos indirectos: Que no están vinculados a la ejecución de la actividad forestal. Los propietarios de la tierra reciben este tipo de incentivos como un complemento de las actividades que tienen que llevar a cabo. Este tipo de incentivos pueden ser: FINANCIEROS, servicios o de carácter social.
- En la práctica, es común que se aplique una combinación de ambos.

La disponibilidad y calidad de la tierra, así como la política gubernamental de uso del suelo, son fundamentales en las plantaciones forestales.

Las grandes inversiones que requiere la industria forestal, no son atractivas a menos que esté asegurado el abastecimiento de madera, mediante algún arreglo de derechos seguros, sobre la tierra y las plantaciones.

En las regiones tropicales y subtropicales, hay dos maneras comunes de desarrollar plantaciones:

- En terrenos pobres que son menos productivos para la agricultura, ganadería o infraestructura.
- En áreas principalmente cubiertas de pastos para ganadería.

La conversión de bosques tropicales en plantaciones de rápido crecimiento es menos común y también poco exitosa, en comparación con las realizadas en pastizales.

En países con programas exitosos de reforestación como Brasil, Chile, Estados Unidos y Finlandia, el rango de incentivos otorgados ha sido del 60% al 80% de los costos de reforestación, incluyendo incentivos directos e indirectos.

En Brasil, el Servicio Forestal formula la Política Fiscal y decide sobre los incentivos fiscales para reforestación. El Banco Nacional de Desarrollo financia el establecimiento de las plantaciones, con base en los proyectos aprobados por el Servicio Forestal. El programa de incentivos fiscales fue creado en 1967.

Al inicio del programa, las personas y compañías podían usar hasta el 50% de sus impuestos anuales, para proyectos de

reforestación. Recientemente se ha reducido este porcentaje. Las reglas básicas fueron:

- La tierra era aportada por el inversionista.
- Los incentivos fiscales podían cubrir: la producción de planta; preparación del suelo; plantación; y los primeros tres años de mantenimiento de la plantación.

Actualmente el programa de incentivos ofrece del 17.5% al 25.0%. Ahora la industrias ya están en capacidad de sostener sus propios programas de reforestación. El Banco de Desarrollo ha creado un programa de financiamiento para un programa de reforestación, con un período de gracia hasta de 12 años con tasas bajas de interés. La participación máxima del Banco en el financiamiento de industrias de celulosa y papel, es hasta un 55% de la inversión total. Estos préstamos tienen 10 años de gracia con tasas blandas. El BANDESPAR que es una rama del Banco de Desarrollo, participa con el financiamiento del capital de riesgo, cuando así lo requiere el socio privado.

El gobierno apoya los proyectos de celulosa y papel con:

- Reducción o exención de impuestos en la compra de materiales y equipo.
- Financiamiento a largo plazo, con períodos de gracia y tasas blandas.

En Chile, la política del Gobierno es vender todos los terrenos forestales, a excepción de los Parques Nacionales. No hay restricción para comprar o vender tierras por empresas nacionales o extranjeras. Los terrenos forestales no son susceptibles de afectación por la reforma agraria. Los terrenos con bosques naturales o plantaciones están exentos del impuesto predial.

Durante 1983 a 1985, los subsidios para plantaciones (forestación) fueron aumentados al 90% del costo promedio de establecimiento, mas no así en el caso de reforestación.

El gobierno, a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAF), también efectúa reforestaciones cuando los pequeños propietarios no son capaces de hacerlo. Cuando la plantación tiene éxito, el propietario paga el 25% del costo a la CONAF.

7.3 Costos y rentabilidad de las plantaciones

7.3.1 Consideraciones

A manera de ejemplo, se usará el trabajo de Heikki Rissanen de ENSO FOREST, desarrollado para plantaciones forestales comerciales en Indonesia, bajo las siguientes consideraciones generales y específicas:

Consideraciones generales:

- Plantaciones forestales industriales, aplicable a otros tipos de plantaciones.
- Especie: *Acacia mangium*; madera para celulosa.
- Proyecto comercial privado.
- Plantaciones forestales comerciales para una área total neta de 100, 000 ha, dividida en bloques de acuerdo a las condiciones.
- Terrenos cubiertos por arbustos y pastos.

Consideraciones específicas:

- Rotación de 8 años.
- Costos de plantación.
- Caminos de acceso: USD 10 500/km; 50 km.
- Caminos principales: USD 7 500/km; 10 m/ha.

- Caminos secundarios: USD 5 000/km; 20m/ha.
- Producción (madera utilizable por ha): 25 m³/ha/año.
- Plantación y extracción: 12 500 ha/año.
- Costos de producción de planta: USD 0.02/árbol.
- Costo de preparación del suelo: USD 180/ha.
- Costo de derribo: USD 2.00/m³.
- Costo de transporte a camino: USD 3.00/m³.
- Costo de transporte: USD 1.25/m³/10 km (promedio 50 km).
- Costo de plantación: USD 0.01/árbol.
- Costo de deshierbe: (tres veces con tractor): USD 105/ha.
- Costo de fertilización: USD 50/ha.
- Precio de la madera para celulosa (en planta): USD 20/m³.

7.3.2 Análisis de costos e ingreso

Inversión

- **Planeación**

Estudios de prefactibilidad y factibilidad incluyendo la evaluación de impacto ambiental forestal y estudio socioeconómico. Para un proyecto de plantaciones de nivel industrial, el costo es de USD 250 000, esto puede subir más dependiendo de varios factores e información existente.

Los estudios de disponibilidad y uso actual de los terrenos con imágenes de satélite pueden costar de USD 100 000 a 200 000.

- **Adquisición de tierra**

En Indonesia cuesta de 15 a 30 USD/ha. en México esto puede ser de 500 USD/ha en tierras de ganadería extensiva.

- **Infraestructura y construcción**

Vivero forestal

Un vivero moderno capaz de producir planta para 10 000 ha por año, cuesta USD 1 000 000. La depreciación anual es de 5%.

Oficinas y campamentos

El costo es de USD 375 000 incluyendo oficinas, talleres, almacenes, etc.

Alojamiento

Para la plantación (1 200 personas) y para la extracción o aprovechamiento (800 a 900) personas, 50% requeriría alojamiento especial. El costo es de USD 0.5 a 1.5 millones.

Construcción de caminos para la plantación (el rango es de)

USD 10 000 a 25 000/km (camino de acceso).

USD 4 500/km (camino principal), 10 m/ha.

USD 3 000/km (camino secundario), 20 m/ha.

Brechas cortafuego

Líneas de 12 m de ancho USD 625/km, 8 m/ha. Total USD 690 000 incluyendo torres, tanques, etc.

- **Maquinaria y equipo**

Vivero

USD 500 000 (equipo para producción de plantas, herramientas, vehículos, etc.).

Vehículos

Para las plantaciones 25 camiones (USD 25 000/cu), 25 a 40 camionetas (USD 20 000/cu), motocicletas (USD 100 a 150 a 2 000/cu).

Protección contra incendios

5 camiones (USD 25 000/cu), 10 camionetas (USD 20 000/cu), 24 motocicletas (USD 2 000/cu), bombas, herramientas, radios, etc., (USD 380 000).

Preparación del suelo y movimiento de tierra

Para la plantación 20 tractores (USD 30 000/cu). Dos graders USD 40 000/cu. Un excavador USD 50 000.

Campamento y oficinas

Se requieren muebles, máquinas y herramientas por USD 200 000.

Procesamiento de dato

30 a 50 computadoras personales (USD 1 500/cu), 20 impresoras 800 USD/cu.

Sistema de información USD 50 000.

Red de comunicación

Sistema de radio USD 20 000.

Investigación y desarrollo:

Equipo especial de investigación y de laboratorio por USD 20 000 a 50 000.

Bibliografía y equipo de cómputo por USD 25 000.

• Otras inversiones

El costo de entrenamiento en el primer año es de USD 40 000, el 2° USD 30 000, en la

fase de aprovechamiento de USD 400 000. La consultoría durante el primer año del proyecto USD 180 000.

Costos operacionales de las plantaciones

Costo de producción de la planta. Semilla, envases, sustrato, fertilizantes, productos químicos, electricidad, combustible, mantenimiento, salarios, USD 0.03/planta para 10 000 000 de plantas por año USD 300 000.

Costo de preparación del suelo. Bulldozer y tractores USD 169-220/ha. combinando el tratamiento mecánico y el tratamiento con herbicidas el costo es de USD 203/ha.

Costo de plantación. Considerando un transporte promedio de 30 km de la planta el costo de un viaje es de USD 20. El costo anual sería de USD 20 000 (1 000 viajes). La plantación costaría USD 75 000 para 10 000 ha.

Costo de cultivo de la plantación. Deshierbe: Manual USD 24-33/ha y con tractor USD 29/ha. se realiza 2 o 3 veces el primer año y 1 o 2 el segundo. Después según sea necesario. Plantación complementaria: USD 2.5 a 5.00/ha. Fertilización: USD 15-32/ha. Aclareo: A la edad de 2 a 3 años dejando 550-800 árboles/ha, USD 6-10/ha.

Costos de extracción. Mejoramiento de caminos: (30-50% del costo total de los caminos un año antes del aprovechamiento). Derribo: USD 2.00/m³. Transporte: USD 3.00/m³.

Costos indirectos

- Mantenimiento:
- De edificios: 2-5% anual de su valor.

- Mantenimiento de otra infraestructura de USD 75 000 a 100 000/año.
- De la maquinaria y equipo del 7-15% de su valor.

Costo corriente de protección contra incendios:

- Detección por torres y recorridos: USD 10 000 a 20 000/año.
- Entrenamiento de brigadas USD 40 000 a 50 000/año.
- Quemas controladas: USD 50 000 a 75 000/año.

Investigación y desarrollo

- Salarios de investigadores USD 90 000/año. Otros costos USD 50 000/año.

Administración:

- Gerentes, oficinistas, supervisores, operadores, etc., 250 000 a 300 000 USD/año antes de aprovechar; y 300 000 a 350 000 USD después de iniciada la extracción. El entrenamiento anual y costos de desarrollo del personal de 20 000 a 50 000 USD/año. El costo de combustible de USD 3 75 000 a USD 100 000/año.

Ingresos

- Venta de madera para celulosa en la planta, como inversión de una planta grande de celulosa.
- Fijar un precio de mercado es algo arbitrario, en la práctica sería fijado internamente por una corporación industrial.
- En este caso el precio se fijó en USD 20/m³.

7.3.3 Análisis financiero

Los costos de un proyecto de plantaciones forestales varían mucho dependiendo de cada proyecto. Sin embargo, el peso de cada uno no varía tanto. El ejemplo usado puede representar un caso típico.

Resultados del análisis

- Una pregunta esencial es bajo qué circunstancias la inversión de una plantación es rentable o al menos cubre los costos de la plantación. El factor que afecta más directamente el resultado, aparte del precio de la madera, es la productividad por hectárea.
- La tasa interna de retorno TIR aumenta rápidamente cuando se incrementa la productividad: A 10 m³/ha la TIR es igual a 0; A 25 m³/ha la TIR es de 17%. Esto implica, en el ejemplo usado, que si un esquema de plantación se implementa totalmente con financiamiento de tipo comercial, la productividad neta debe ser de al menos 25 m³/ha/año (en total 30 m³/ha/año).
- Si el costo de inversión aumenta en 20% la TIR decrece solo en 1%. Esto significa que es moderadamente sensible.
- Se encontró que un factor básico para aumentar la productividad es usar planta de buena calidad. Es rentable pagar un precio elevado por una buena planta. Si el precio de la planta fuera de 0 esto aumentaría la TIR de manera insignificante. por el contrario, si se dobla su precio no tiene casi efecto sobre la TIR. Esto ocurre igual con la preparación del suelo. Se debe hacer una buena preparación.
- La TIR es muy sensible al costo de extracción. Esto es natural porque este rubro representa más del 50% de los costos totales.

Rentabilidad de casos de plantaciones en México

Plantación de La Sabana, Oaxaca

En Enero de 1990, el acuerdo México/Finlandia evaluó la TIR de las plantaciones de *Pinus caribaea* para celulosa en la región de La Sabana, Oaxaca, encontrando un valor de 24.8%, para la aplicación de un Plan de Manejo Integral Forestal diseñado por el propio acuerdo (TIR de 13% original sin el plan).

Plantación de Primavera en Chiapas

En la región del Soconusco en Chiapas, INTECNIA, S.A de C.V., evaluó la TIR de plantaciones de primavera (*Roseodendron donell-smithii*) para aserrío y triplay, bajo diferentes modalidades. La TIR para las plantaciones varió de 11% a 17%, dependiendo del nivel de crecimiento en volumen de las plantaciones de 16 a 30 m³ por año. En este estudio se determinó que con un subsidio del 80% del costo de plantación, la TIR subió de 31 a 40%, para los niveles de crecimiento señalados.

Plantaciones en el estado de Veracruz

En octubre de 1994 el acuerdo México/Finlandia en materia forestal realizó evaluaciones de rentabilidad de plantaciones forestales realizadas en el Cofre de Perote, Orizaba, los Tuxtlas y Tezonapa, todas en el estado de Veracruz. La escala de variación encontrada fue:

- Cofre de Perote: TIR 4.45%-16.8% (*Pinus patula*, *P. rudis*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, y *P. oaxacana*), crecimientos de 4-15 m³/ha/año.
- Orizaba: TIR 9.9%-11.7% (5-7 m³/ha/año).
- Los Tuxtlas: TIR 16.6%-22.6% (cedro, caoba, primavera, etc.), crecimientos de 15-25 m³/ha/año.

- Tezonapa: TIR 8.6%-13.2% (crecimientos de 5.4 a 8.6 m³/ha/año de hule).

7.4 Comercialización

7.4.1 Producción y Consumo Nacional

La producción de celulosa de madera en México fue de 319 mil toneladas en 1992, de la cual el 88% fue de celulosa química de madera; y el 12% de pasta mecánica de madera. En 1994 la producción nacional fue de solo 160 mil toneladas.

En 1992, el consumo aparente de celulosa química de madera fue de 588 mil toneladas; de éstas, se importaron 307 mil toneladas, esto es, el 52%. Como referencia, en 1983 se produjeron 414 mil toneladas de celulosa química de madera y solamente se importaron 104 mil toneladas, esto quiere decir, que la producción nacional ha venido decreciendo aceleradamente y el consumo se ha mantenido aproximadamente en el mismo nivel, pero se está satisfaciendo principalmente con importaciones de celulosa. En 1983, la relación producción-consumo aparente era del 73%; mientras que en 1992, pasó a ser del 47%. En 1994, esta relación debe ser aun inferior.

A su vez, las importaciones de pasta mecánica de madera pasaron de 9 mil toneladas en 1983 a 40 mil toneladas en 1992. En este período la producción nacional ha disminuido en 17 mil toneladas en este rubro.

Adicionalmente a las importaciones de celulosa de madera, México realiza fuertes importaciones de otras materias primas para la fabricación de celulosa, principalmente, de papel de desperdicio o fibras secundarias. Estas importaciones han pasado de 371 mil toneladas en 1983 a 768

mil toneladas en 1992. Con ello, el déficit total nacional de celulosa y de fibras secundarias, fue en 1993 de 1 millón 479 mil toneladas, superior en 21% al de 1989, y con una tendencia de crecimiento anual del 5.25%.

A su vez, mientras que en 1989 se tenía un saldo positivo en la balanza comercial nacional de 27 mil toneladas de papel, en 1993 el déficit ascendió a 662 mil toneladas, lo cual viene a agravar la tendencia deficitaria del país, tanto de celulosa, como de papel y cartón. Esto se reflejó en un déficit de 846 millones de dólares en la balanza comercial del rubro de celulosa y papel en 1993, que significa una tasa de crecimiento anual del 14% de 1991 a 1993.

En 1994, las importaciones totales de productos de madera, celulosa, fibra secundaria y papel, fueron de 1 570 millones de dólares.

7.4.2 Producción y Consumo Mundial

A nivel mundial existen alrededor de 1 000 fábricas de celulosa. El 25% de las fábricas y el 50% de la producción mundial de celulosa, se localizan en los Estados Unidos y Canadá.

En 1989, la producción mundial de celulosa de madera fue de 154 millones de toneladas; y la de papel y cartón de 231 millones de toneladas. Los principales países exportadores de celulosa de madera son: Canadá con el 32%, Estados Unidos con el 22%, Suecia con 11%, Finlandia con 6% y Brasil con el 4%.

México produce menos del 1% de la celulosa de Norteamérica y menos del 3% del cartón y papel. Estados Unidos es un fuerte importador de celulosa de madera de Canadá, pero es un fuerte productor de

papel y cartón. México es un importador neto de celulosa y papel.

7.5 Situación de México

7.5.1 Sin plantaciones forestales

En éste escenario, México continuaría siendo un importador neto y creciente de celulosa y papel, debido a los siguientes factores:

- La producción nacional de madera para celulosa proveniente de bosques naturales, no puede competir con la producción proveniente de producciones naturales o de plantaciones de Estados Unidos, Canadá, Chile y Brasil.
- Las fábricas nacionales de celulosa de madera difícilmente podrán tener una operación competitiva a nivel internacional, debido a tecnología obsoleta, escala de producción inadecuada, inferior a 100 mil toneladas anuales por planta, contra 250 mil toneladas como mínimo en el nivel internacional.

Con el ritmo de crecimiento actual en las importaciones de celulosa y papel al año 2000, México tendría un déficit de 2 millones de toneladas de celulosa y papel, con una balanza comercial negativa de 1 850 millones de dólares.

7.5.2 Con Plantaciones Forestales

Aprovechando el potencial de las áreas susceptibles de plantaciones de rápido crecimiento, México puede establecer plantaciones que puedan entrar en producción a los 7 años. De una manera realista, en 10 años se podrían tener plantaciones en producción y fábricas instaladas, que harían no solo autosuficiente al país en celulosa y papel, sino que lo podrían convertir en un

exportador con alto nivel de competitividad en los mercados internacionales.

La producción de la celulosa de madera tendrá que partir de la instalación de nuevas fábricas. El consumo aparente de celulosa de madera de alrededor de 600 mil toneladas en 1992, podría ser satisfecho con dos o tres nuevas fábricas de celulosa con capacidad de 250 a 500 mil toneladas por año. Para abastecer estas fábricas con plantaciones forestales comerciales, se requeriría de 3 millones de metros cúbicos por año de madera, las cuales son susceptibles de obtenerse en un área plantada de alrededor de 300 mil hectáreas, que significan únicamente, el 1.5% del área potencial de plantaciones comerciales que tiene el país. Esto da una idea de las enormes posibilidades que tienen este tipo de proyectos.

7.6 Principales limitantes

7.6.1 Terrenos

Para los proyectos de plantaciones forestales de escala industrial, existen severas limitantes para tener los terrenos a largo plazo para las plantaciones. Estos proyectos requieren, para abastecer una planta rentable de celulosa, de un mínimo de 100 000 hectáreas. Para abasto a plantas ya establecidas las escalas son de 30 a 40 000 ha como mínimo.

Los principales problemas actuales son:

- La compra de terrenos en áreas ejidales o comunales aunque posible legalmente, todavía no es algo factible a gran escala. Esto tardará si se llega a dar muchos años más.
- La renta de terrenos es una posibilidad, pero no da seguridad a largo plazo, solo a mediano plazo. También posibilita la especulación.

- Es posible comprar terrenos privados, pero no hay mecanismos para frenar la especulación y poder compactar áreas.
- La asociación entre inversionistas y propietarios carece de esquemas legales para su realización. Su factibilidad a futuro es algo todavía por demostrar. Uno de los problemas principales sería la determinación del valor de la madera a la cosecha y quizá el punto mas fuerte de discusión y problemas futuros.
- La expropiación o concesión de tierras parece tener problemas legales, pero sobre todo políticos y sociales.
- El desarrollo de productores de materia prima es algo que tardará todavía varios años. Además de que faltan esquemas y no se ha pensado con profundidad como una alternativa.

7.6.2 Incentivos

En México se carece de estímulos directos e indirectos para las plantaciones forestales, como los aplicados en los países que han desarrollado estos programas. Las bajas tasas de rentabilidad, la recuperación de la inversión a largo plazo y los ingresos hasta la cosecha, hacen que la falta de incentivos sea un fuerte obstáculo para desarrollar plantaciones.

7.6.3 Legislación

La legislación forestal y ecológica no considera específicamente a las plantaciones forestales, esto hace que los usuarios no sepan qué requisitos deben cumplir en cada caso y tipo de uso del suelo (forestal, ganadero o agrícola). Dentro de la SEMARNAP hay varias ventanillas y criterios diferentes para regular las plantaciones, no existe una autorización única. Es posible aplicar restricciones de manera discrecional y bajo diferentes supuestos o argumentaciones.

Asimismo, existe una fuerte tendencia en las áreas ecológicas del gobierno por regular o impedir las plantaciones con especies exóticas. Esto puede retrasar o de plano impedir que se efectúen en México proyectos de escala industrial.

Todo lo anterior da una gran inseguridad para la inversión a plantaciones a largo plazo.

7.6.4 Tecnología

La tecnología para alcanzar la productividad necesaria y para el uso de especies nativas y exóticas adecuadas, prácticamente no existe. Esto hace que se tenga que adaptar tecnología de otros países para el desarrollo de los grandes proyectos. Esto dificulta también cumplir con las presiones de tipo ambientalista en cuanto a las especies a utilizar.

7.6.5 Infraestructura

Para el desarrollo de plantaciones en áreas grandes, se requiere el mejoramiento de los caminos de principales de acceso, de los ferrocarriles y de los puertos, así como de los servicios básicos en general. Estos son muy deficientes en las áreas identificadas del Sureste de México.

7.6.6 Marco Institucional

Existen dos Secretarías responsables de promover las plantaciones forestales, SEMARNAP y SAGAR, aunque en la práctica, casi exclusivamente, se ha dejado esta función a SEMARNAP. Pero para apoyar estos proyectos tienen participación directa también la SHCP, SRA/Procuraduría Ambiental, SCT, los gobiernos estatales y municipales, etc. Además, dentro de la propia SEMARNAP existen varias dependencias que intervienen de manera separada como son

el INE, la Subsecretaría de Recursos Naturales y la Procuraduría Ambiental.

No existe una oficina encargada de coordinar estos esfuerzos, con el nivel, recurso y personal especializado necesarios. El resultado es que el avance es lento, insuficiente y en ocasiones se retrocede más que avanzar.

7.7 Conclusiones y recomendaciones

- Una plantación forestal es una inversión de la que se espera una utilidad.
- Aunque la plantación puede ser solo una parte de una gran industria, cuya inversión es varias veces mayor a la de la plantación.
- Bajo las condiciones prevalecientes, las plantaciones no tienen una rentabilidad suficiente para atraer a los inversionistas.
- Las plantaciones forestales en México sí son posibles porque:
 - Se tiene el clima y suelos propicios.
 - La ubicación geográfica de México le da acceso al mercado de EUA, Europa y Sureste de Asia.
 - Existe una infraestructura básica y mano de obra para las diferentes actividades.

Se requiere fundamentalmente de:

- Que el gobierno entienda, desde el mas alto nivel, que las plantaciones son necesarias e indispensables para el desarrollo del país, les de prioridad y ordene a las dependencias responsables que actúen en consecuencia.
- Se establezca una comisión o instituto nacional de plantaciones forestales comerciales con personalidad y patrimonio propio, para promover las plantaciones y coordinar a los participantes.

- La elaboración de una ley de fomento a las plantaciones forestales que establezca claramente los requisitos forestales y ecológicos a cumplir, y de autorizaciones (una sola ventanilla) de largo plazo y seguridad para cosechar la madera.
- Permitir claramente la plantación de cualquier tipo de especies, estableciendo los mecanismos de monitoreo y control necesarios.
- El desarrollo de un programa serio de investigación de especies exóticas y nativas y de sus impactos y medidas de mitigación.
- El establecimiento de incentivos directos y fiscales para el desarrollo de las plantaciones como se ha hecho en otros países.
- La aplicación de programas regionales de mejoramiento de la infraestructura y de los servicios en áreas de proyectos de gran escala de plantaciones.
- La adquisición de tierras para las plantaciones en magnitud acorde a los grandes proyectos industriales. La definición de mecanismos que hagan posible la compra, renta o asociación para disponer de las tierras a largo plazo y/o de los productos resultantes de las plantaciones.



EVALUACIÓN FINANCIERA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES



CAPITULO 8

EVALUACIÓN FINANCIERA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Rosa Martínez Ruiz/¹, Gustavo Enrique Rojo/¹, Jorge Antonio Torres Pérez/²

8.1 Introducción

Las plantaciones forestales son proyectos de inversión, que se esperan sean rentables, por tanto, su evaluación financiera y económica es importante (Eguiluz y Plancarte, 1990). Cuando se evalúa una plantación se busca determinar el valor que ha alcanzado, desde su establecimiento hasta el momento de la cosecha (Caballero y Zerecero, 1972).

La evaluación puede realizarse, al menos, bajo dos enfoques: el económico y el financiero, para determinar si una propuesta es apropiada y tiene bases firmes, antes de comprometer los recursos a invertir (Little y Mirless, 1973). Los proyectos factibles son aquellos que satisfacen todos los requisitos que se impongan. Para la asignación de recursos es necesario contar no solo con planes y programas bien estructurados y con un enfoque integral, sino también, con proyectos bien preparados y evaluados bajo los criterios metodológicos más eficientes que permitan orientar las decisiones de inversión que se deben tomar (Protti, 1982).

En la evaluación del proyecto, una vez definida la factibilidad de realizarlo, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad para evaluar el efecto que producirán las posibles variaciones en los conceptos considerados en el mismo (Protti, 1982; Oliver, 1991).

Así, la evaluación de plantaciones se inicia cuando es indispensable conocer el valor de algunas variables para una acertada toma de decisiones (Ortega, 1978; Ramírez y Torres, 1984). En México, la evaluación de plantaciones es reciente, la mayor parte de éstas se ha realizado desde los años sesenta y, muy esporádicamente, en años anteriores. La mayoría de las evaluaciones realizadas consideran solamente variables dasométricas y, sólo hasta fechas recientes, se han evaluado financieramente; teniendo un mayor auge las evaluaciones de plantaciones experimentales.

Ya que las plantaciones forestales son empresas económicas, su evaluación servirá para medir el grado en que las metas de la empresa se alcanzan en un momento determinado (Vera y Ramírez, 1984). En México la evaluación de plantaciones forestales comerciales es muy limitada, la gran mayoría de las establecidas han sido de protección (Yañes, 1981). Por eso, es urgente definir prioridades para una adecuada inversión que responda a cuestiones básicas, para iniciar proyectos de plantaciones comerciales y ubicarlos en tiempo de acuerdo a la información disponible (Sosa, 1995).

Uno de los aspectos que se debe analizar para fortalecer el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales, es su rentabilidad, tomando en cuenta que los diversos factores de costo y de ingreso ocurren a través de períodos de varios años. En México, este aspecto es novedoso,

¹ Alumnos del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, México.

² Profesor de Economía Forestal de la División de Ciencias forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

puesto que se tienen escasas plantaciones, por lo cual, es importante evaluar su rentabilidad para que sea una actividad atractiva para los agricultores y los dueños del capital.

El objetivo principal del análisis financiero de las plantaciones comerciales es juzgar el monto de recursos de que dispondrán los dueños participantes en el proyecto para sustentarse. El analista necesitará proyecciones presupuestales en las que se estimen, año con año, los ingresos y gastos brutos futuros, comprendidos los costos asociados con la producción y los reembolsos que deben efectuar los dueños de las plantaciones. El presupuesto que se necesitará para las plantaciones se convierte en la base para formular las condiciones en que se van a facilitar los créditos que se requieran. En los proyectos de plantaciones que requieren prolongados períodos de tiempo entre el momento en que se efectúa una inversión inicial y los resultados productivos, el analista deberá determinar si los dueños dispondrán del ingreso adecuado para sustentarse mientras los árboles comienzan a producir ganancias. El objetivo de todos estos juicios es formular condiciones crediticias que sean lo bastante generosas para alentar a los agricultores a participar en el proyecto.

El análisis del ingreso de las plantaciones también permitirá evaluar los incentivos para que los agricultores participen en el proyecto de hacer plantaciones comerciales. ¿Cuál será el cambio probable en el ingreso del agricultor? ¿En qué ocasión se producirá ese cambio? ¿Hasta qué punto son probables cambios o fluctuaciones en los precios que pudiera tener un efecto tan acentuado en el ingreso de los agricultores que estos se nieguen a correr el riesgo de participar en hacer plantaciones?

Por lo anterior, el objetivo del presente capítulo será mostrar la forma en que habitualmente se estructura el análisis financiero y los elementos usuales que se incluyen en las corrientes de costos y beneficios, así como evaluar la rentabilidad de las plantaciones. La presente metodología permite estimar el rendimiento de capital de los participantes en el proyecto, ya sean públicos o privados.

En el trabajo utilizará la expresión análisis financiero para describir el tipo de análisis con el que se desarrolla una estimación de rentabilidad comercial para un proyecto; se efectúa un análisis financiero desde el punto de vista de las entidades concretas que intervienen en el proyecto; se consideran los rendimientos monetarios previstos por esas entidades como resultado de las inversiones de sus fondos (recursos) en un proyecto; se proporciona también información sobre cuándo se necesitarán fondos (salidas) y cuándo pueden preverse ingresos (entradas). Este tipo de información es básica para la planificación presupuestaria.

Un análisis financiero se lleva a cabo para estimar la rentabilidad comercial prevista de un proyecto, que comprende cuatro etapas principales:

Primero, se individualizan los insumos adquiridos en el mercado en función de cuándo se necesitan (se adquieren o se arriendan). De modo análogo, los productos comerciales se individualizan en función de cuándo se venden. Esta información determina un cuadro de corriente física.

Segundo, se estiman los precios comerciales de los insumos y productos y refiriéndolos a las fechas en que se compran los insumos y se venden los

productos. Esta información se anota en los cuadros de valor unitario.

La tercera etapa consiste en conjugar la información procedente de las dos etapas previas en un cuadro de corriente liquidez, que muestre el valor de los insumos y productos totales en las fechas en que esos valores (entradas y salidas de dinero) redundan en beneficio de la entidad desde cuyo punto de vista se lleva acabo el análisis. Para completar el cuadro de corriente de liquidez, se agregan al mismo algunas transacciones financieras que comprenden transferencias de control sobre recursos (pero sin empleo alguno de recursos reales). Comprenden éstos, conceptos tales como impuestos y reembolsos de préstamos (salidas) y subsidios y productos de préstamos (entradas) más una serie de otros gastos o ingresos, todo ello, según sea el proyecto y el objeto que se persigue con el análisis. Por ultimo, las entradas y salidas de fondos se totalizan por lo años en que se verifican para así llegar a una línea neta de corriente de liquidez (salidas).

La cuarta etapa comprende luego el empleo de esas cifras de valores netos por años para derivar algunas medidas de rentabilidad comercial.

8.2 Procedimientos para identificación y registros de costos - beneficios

Cuando se ha definido el tipo de proyecto a realizar y se ha determinado su alcance, el primer paso es comparar los costos y beneficios y así determinar cuál de los posibles proyectos tiene un rendimiento aceptable. Por lo que deben identificarse los costos y beneficios de un proyecto propuesto. Además, una vez conocidos esos costos y beneficios, deberá asignárseles un precio y determinarse sus valores económicos. Expuesto con

sencillez, un costo es todo aquello que reduce un objetivo, y un beneficio es todo que contribuye al logro de un objetivo (Gittinger, 1983).

8.2.1 Costos

Los costos son más fáciles de identificar y valorar que los beneficios (Cuadro 18). En cada caso de examen de los costos se plantea la pregunta de si el artículo reduce el beneficio neto del proyecto (Gittinger, 1983), y estos se clasifican de la siguiente manera FAO (1980):

Mano de obra

Este debe distinguirse entre trabajadores no calificados y calificados, personal administrativo, consultores, es decir, desde el director altamente capacitado del proyecto hasta el agricultor. Los costos de mano de obra no plantean el problema de identificarlo, sino más bien saber en qué cantidad habrá de emplearse.

Tierras

La tierra que se va a utilizar para las plantaciones, no es difícil identificarla y, generalmente, se clasifican en categorías con arreglo a sus diferentes usos y valores. Sin embargo, pueden surgir problemas en la valoración de la tierra, debido al tipo muy especial de las condiciones existentes en el mercado cuando la tierra se transfiere de un propietario a otro (Gittinger, 1983).

La medida apropiada del valor de la tierra es el rendimiento neto máximo que se hubiera obtenido realmente de ella de no existir el proyecto. Por lo tanto, se tiene que estimar cuál sería el rendimiento neto partiendo del otro mejor uso real posible. Se tomará éste como precio de costo para la tierra.

Cuadro 18. Identificación y registro de productos de plantaciones comerciales.

Año	1				2		
Tipo de costo	C/U	MO	P	MYE	MO	P	MYE
<i>Preparación del terreno</i>							
Adquisición del terreno							
Limpieza							
Trazo							
<i>Plantación</i>							
Adquisición de plantas							
Transporte de plantas							
Apertura de cepas, distribución y plantación							
Plantación							
Aporque							
<i>Replantación</i>							
<i>Cercado</i>							
Alambre de púas							
Postes y grapas							
Transporte de postes							
Hoyado, posteado y alambrado							
<i>Cajeteo</i>							
<i>Fertilización</i>							
<i>Pesticidas</i>							
<i>Poda</i>							
<i>Brechas corta fuego</i>							
Limpieza de brechas							
<i>Derribo*</i>							
<i>Troceo*</i>							
<i>Arrime*</i>							
TOTAL \$							
TOTAL COSTOS POR AÑO \$							

(*) Costos en m³/ha.

P: Costos en productos por hectárea

M Y E: Costos en maquinaria y equipo por hectárea

M.O: Costos en mano de obra

C/U: Costo unitario

Al estimar el costo de oportunidad de la tierra, se puede utilizar la información obtenida de entrevistas y de datos sobre el empleo de la tierra en la región que se realizará el proyecto, especialmente, en lo que se refiere a la disponibilidad de tierras y empleos de terrenos análogos a los del proyecto propuesto.

Al valorar la tierra, debe precaverse contra una supervaloración del costo de la tierra debido a:

- Asignar a la tierra un valor neto partiendo del empleo alternativo que se obtendría de alguna zona normalmente baldía si se lleva a cabo el proyecto;

- Ignorar el hecho de que en algunos casos y durante todo el período del proyecto no continuaría otro posible empleo que se daría vía de no ser por el proyecto;
- Olvidarse de sustraer todos los costos (fuera de la tierra) necesarios para obtener los beneficios brutos de ese otro mejor empleo posible (o sea, que el valor neto renunciado es el que interesa como costo pertinente de oportunidad).

Equipo

Harán falta cuadros prácticos con enumeraciones minuciosas del equipo necesario y del tiempo en que hará falta para realizar las labores necesarias. En los cuadros definitivos, pueden utilizarse

algunas subcategorías importantes derivadas de los cuadros detallados y han de incluirse las necesidades de reposición o recambio.

Materias primas

Pueden enumerarse por separado partidas del tipo de servicios (energía, combustibles, etc.), materias madereras primas, en caso de comprarse, productos químicos y otros factores de producción que se adquieran, así como el agua si se requiere.

Estructuras y obras civiles

Si se adquieren o se alquilan directamente estructuras y obras civiles (viviendas, carreteras, otras instalaciones como servicios de muelles y puertos), entonces aparecerían como insumos por separado. Sin embargo, si el propio proyecto comprende la construcción de esas obras, entonces no se deberán enumerar como insumos como tales, sino mas bien, se enumerarán la mano de obra, las tierras, el equipo y las materias primas que hagan falta para su construcción (Cuadro 18).

8.2.2 Beneficios

Los beneficios tangibles de las plantaciones pueden derivarse del aumento del valor de la producción o de la reducción de los costos. Sin embargo, las formas específicas en que aparecen los beneficios tangibles no siempre son evidentes y los problemas de valorarlos pueden ser bastante difíciles (Gittinger, 1983). Los principales productos industriales que se obtendrían de las plantaciones serían (FAO, 1980):

- Gomas, resinas y aceites (Pertrechos militares, tanino, turpentina, destilados, resina, aceites esenciales).

- Carbón (Agente de reducción para acererías, productos químicos, cloruro de polivinilo, pilas secas).
- Postes (Postes de transmisión y pilotes para minas).
- Trozas de aserrío (Maderaje, ebanistería, mueblería, embalajes, construcción de buques, minería, durmientes, construcción).
- Trozas para chapas (Tableros, muebles de chapa, contenedores, construcción).
- Maderas para pasta (Papel para periódicos, cartón, papel de imprenta y escribir, envases, embalajes, pasta disolvente, destilados, tejidos y vestidos).
- Residuos (Tableros de partículas, tableros de fibras, papel desecho).
- Las plantaciones comerciales forestales tienen beneficios intangibles como sería los siguientes (FAO, 1980):
- Protección de suelos y cuencas y mejoras de la fauna silvestre y del hábitat recreativo que no se negocian en el mercado y que por lo tanto no pueden contabilizar en el análisis financiero.
- Beneficio que derivan para la sociedad por el hecho de que el proyecto ha capacitado a las personas para que sean más productivas o ha demostrado la viabilidad de alguna actividad que llevan entonces a cabo las entidades al margen del proyecto, entre ellos figuran: La creación de empleos, mejor estado de salud y disminución del índice de mortalidad infantil como resultado del mayor números de clínicas de salud, etc.

8.3 Valoración de costos y beneficios

Una vez que se han identificado y individualizado los costos (insumos) y beneficios (productos) el paso siguiente es elaborar los valores que les corresponden y, en un análisis financiero, el proceso de evaluación es bastante directo y empleándose los precios del mercado para

todos los insumos y productos. En el análisis financiero no se valoran los efectos no comerciales (bienes intangibles) ya que no entran en los cuadros de corriente física o de liquidez de la entidad financiera (FAO, 1980). Por lo tanto, el primer paso en la valoración de costos y beneficios consiste en hallar los precios de mercado correspondientes a los insumos y productos, tarea a menudo no muy fácil para el analista.

A fin de hallar los precios, el analista debe ir al mercado, indagar los precios reales de transacciones recientes y consultar numerosas fuentes. Será menester hablar con agricultores, pequeños comerciantes, importadores y exportadores, funcionarios de extensión, personal de servicio técnicos, especialistas en mercados gubernamentales y estadígrafos, y consultar estadísticas publicadas o de propiedad privada acerca de precios correspondientes a mercados nacionales e internacionales. De estas fuentes el analista deberá elaborar una cifra que refleje en forma adecuada el precio vigente para cada insumo o producto del proyecto (Gittinger, 1983).

8.4 Comparación de costos y beneficios

Una vez se hayan identificado los insumos y los productos y se hayan determinado las magnitudes en el cuadro de corriente físico y se hayan estimado los valores unitarios para los insumos y los productos (o por lo menos, respecto de aquéllos para los que pueden estimarse valores), el siguiente paso consiste en reunir la información obtenida de los cuadros de corrientes físico y de valores unitarios en un cuadro global de corriente de valores (FAO, 1980).

Un cuadro de corrientes de valores ofrece una información total sobre costos y

beneficios en una forma necesaria para el cálculo de las medidas de eficiencia o valor económico.

El cuadro de corriente de valores, en que aparecen valores agregados (cantidades multiplicadas por valores unitarios). En el Cuadro 19 se ilustran el tipo común de un cuadro de corriente de valores. Existen tres importantes renglones en un cuadro de corriente de valores: beneficios, costos y beneficios netos (costos). Las columnas se disponen por año a partir del año inicial del proyecto, que se denomina año cero, y que termina en el año n , último año del proyecto. Por consiguiente, el cuadro de corriente de valores describe la estructura de costos y beneficios reales asociados con el proyecto a lo largo del tiempo, por años (FAO, 1980).

El renglón de fondo del Cuadro 19 muestra para cada año la diferencia entre beneficios y costos, o los beneficios netos (costos) correspondientes a ese año. (Si los costos son superiores a los beneficios para un determinado año, entonces la cifra aparece entre corchetes, forma común de expresar una cifra negativa o una salida neta (FAO, 1980).

8.5 Cálculo de rentabilidad

En toda evaluación financiera de un proyecto es necesario definir indicadores que sirvan de base para la misma (Cuadro 20) (Montero, 1992).

Los indicadores que consideran el valor del dinero en el tiempo hacen comparaciones de los costos con los beneficios, aplicando tasas de actualización para eliminar el sesgo que provocan en el tiempo las tasas de interés o inflación como un costo del dinero en el tiempo (Puentes, 1992).

Evaluación Financiera de las Plantaciones Forestales Comerciales

Cuadro 19. Corriente de valores: Plantación de 10 hectáreas, proyecto de Filipinas (Valor en pesos constantes).

	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Beneficios																
Aclareos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corta de aprovechamiento	-	-	-	-	-	-	-	5523	6174	6174	6810	6810	7434	7434	8046	6174
Beneficio total	-	-	-	-	-	-	-	5523	6174	6174	6810	6810	7434	7434	8046	6174
Costos																
Preparación del terreno	295	295	295	295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compra de plantas	78	78	78	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alinear/abrir hoyos/plantar	150	150	150	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Replante	65	65	65	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fertilización	200	200	200	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Escarda	275	275	275	275	-	-	-	137	137	137	137	137	137	137	137	137
Entresaca	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50	50	50	50
Administración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Costo total	1163	1163	1163	1163	100	100	100	273	287	287	287	287	287	287	287	287
Beneficios	1163	10163	1163	1163	100	100	100	5286	5886	5886	6523	6523	7147	7147	7759	5887

Fuente: FAO, 1980.

Costos netos

Cuadro 20. Resumen de criterios de decisión para aceptar o rechazar la viabilidad de un proyecto.

Indicadores	Condición	Conclusiones
VAN	Igual a cero	Los beneficios son iguales a los costos del proyecto, por lo cual no tenemos ganancias.
	Menor a cero	Los costos de producción superan a los beneficios, por lo cual tenemos pérdidas económicas en el proyecto.
	mayor a cero	Los beneficios obtenidos superan a los costos de producción, por lo cual tenemos ganancias en el proyecto.
TIR	El nivel del criterio (Por ejemplo la TIR requerida) depende de las características de la inversión.	Es aceptado aquel proyecto en el cual la TIR sea mayor que la tasa mínima requerida de rendimiento y por lo tanto el proyecto es financieramente aceptable.
R B/C	Igual a 1	Los beneficios son iguales a los costos del proyecto, por lo cual no tenemos ganancias ni pérdidas.
	Menor que 1	Los costos de producción superan a los beneficios, por lo cual tenemos pérdidas económicas en el proyecto.
	Mayor que 1	Los beneficios obtenidos superan a los costos de producción, por lo cual tenemos ganancias en el proyecto.

Entre los indicadores financieros para la toma de decisión, en la mayoría de los proyectos se encuentran: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (R B/C) (Gittinger, 1983; Protti, 1982; FIRA, 1993).

Valor Actual Neto (VAN)

Llamado también Valor Presente Neto (VPN). Se determina por la diferencia entre el valor actualizado de la corriente beneficios menos el valor actualizado de la corriente de costos (flujo de fondos actualizados), a una tasa de actualización determinada (Gittinger, 1983; Puentes, 1992).

Matemáticamente se puede expresar como sigue (Kosonen y Rekola, 1994):

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}$$

En donde:

Bt = beneficios en año t

Ct = costos en año t

t = años 0, 1, 2,..., T

i = tasa de descuento

El criterio de selección es: aceptar los proyectos cuyo VAN sea mayor o igual a cero (Oliver, 1991; FIRA, 1993).

La ventaja que presenta el VAN es su fácil determinación, lo que permite la integración de otros proyectos con solo sumar el VAN. Sin embargo es necesario establecer una tasa de actualización por ser el VAN un valor absoluto.

Tasa Interna de Retorno ó Rendimiento (TIR)

Se define como la tasa de interés que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios sea igual al valor actualizado de la corriente de costos; o bien la tasa de ganancia de un proyecto (Protti, 1982; Puentes, 1992). Se define también como la tasa de descuento que reduce a cero el valor presente neto de la suma de una serie de ingresos y egresos.

Matemáticamente, se puede expresar de la manera siguiente (Kosonen y Rekola, 1994):

$$TIR = \sum_{i=0}^T \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} = 0$$

En donde:

Bt = beneficios en año t

Ct = costos en año t

t = años 0, 1, 2, 3,..., T

i = tasa de descuento, equivalente a la TIR

Para la toma de decisión con la TIR, es aceptado aquel proyecto en el cual la TIR sea mayor que la tasa mínima requerida de rendimiento y por lo tanto el proyecto es financieramente aceptable (FIRA, 1993).

Este indicador es el más ventajoso de los que consideran el valor del dinero en el tiempo, debido a que puede calcularse para cualquier etapa del proyecto con la misma eficiencia (Puentes, 1992).

La TIR parte del supuesto de que todo los rendimientos generados año con año, durante la vida útil del proyecto se reinvertirá al valor del capital productivo y que no existe otra alternativa de inversión.

Las principales ventajas que presenta este indicador son: su fácil determinación, así como también, a través de él, se puede pronosticar hasta qué porcentaje podrían

incrementarse los costos a fin de igualarse a los beneficios, o hasta que porcentaje podría disminuir los beneficios a fin de igualarse a los costos. esta ventaja es muy importante cuando existe posibilidad de riesgo en la variación de los costos o beneficios, lo cuál debe verificarse antes de ejecutar el proyecto. La desventaja de la TIR es que requiere previo establecimiento de la tasa de actualización adecuada a la realidad del mercado monetario (Puentes, 1992).

Siendo la tasa de actualización aquella que se utiliza para calcular el valor presente de un valor o valores previstos en le futuro ya sea ingresos o egresos y puede ser una combinación de estos como flujo de fondos. Aquella que se utiliza para actualizar la corriente de costos y beneficios (flujo de fondos) en conjunto para determinar los indicadores VAN y R B/C.

La tasa de interés utilizada está dada por las instituciones financieras en base al Costo Porcentual Promedio (CPP) de captación, por el valor de Certificados de la Tesorería (CETES), del tipo de prestatario y de la actividad que se va a desarrollar con el criterio o los bienes que serán adquiridos con él (Puentes, 1992).

Relación Beneficio Costo (R B/C)

Es el indicador financiero que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios, entre el valor actualizado de la corriente de costos, una tasa de actualización determinada. Con éste indicador se aceptan aquellos proyectos cuya R B/C sea uno o mayor de uno (Protti, 1982).

Donde:

Bt = beneficios totales

Ct = costos totales

n = numero de períodos

l= constante

i= tasa de interés o actualización

Matemáticamente, se puede expresar de la siguiente manera:

$$R B / C = \frac{\sum_{T=0}^n B t}{\frac{(1 + i)^n}{\sum_{T=0}^n C t}}$$

Los criterios de decisión para aceptar o rechazar la viabilidad de un proyecto, se resumen en el Cuadro 20.

8.5.1 Procedimiento del cálculo de los indicadores VAN, TIR y R B/C

Ejemplificando con los datos del proyecto de plantaciones forestales de *Brosimum alicastrum* (Pérez, 1990) se describe el procedimientos de cálculo de los indicadores VAN, TIR y R B/C de un proyecto (Cuadro 21). La tasa de actualización del 40% fue ligeramente mayor a la que regía en el mercado en esos años (1984).

En el Cuadro 21, se observa que el valor obtenido con la medida del VAN es positivo, lo cual indica que el proyecto que se analiza a la tasa de actualización del 40%, es eficiente; por lo que deberá elegirse su puesta en marcha.

En el Cuadro 22, los cálculos arrojan una tasa de rentabilidad de 40.155%, que comparado con las tasas que regían en el año de implementación del proyecto, también es favorable, dicho en otras palabras, la ganancia media por cada peso que se invierta será de casi 40 centavos. Así mismo, será a este factor de

actualización cuando los otros dos indicadores (VAN y R B/C) den iguales a 0 y 1, respectivamente.

En el Cuadro 23, se observa el resultado obtenido para la relación beneficio-costos a la tasa de actualización del 40 % según se muestra, indica que este proyecto cumple con el requisito para ser aceptado ya que la R B/C es igual que 1.

8.5.2 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una parte del análisis financiero. Frecuentemente es útil evaluar la sensibilidad del proyecto con respecto a varios factores (precios de insumos y productos, costos de producción, etc.) con el análisis de sensibilidad se permite hacer algunos supuestos para poder monitorear. Es decir, cuanto por ciento cambia la TIR si el valor de uno o dos de los insumos o productos cambia con un cierto por ciento. Se pueden buscar los factores de riesgo para el proyecto los cuales tienen relativamente mucho efecto en la TIR, y desde luego en la rentabilidad del proyecto (Kosonen y Rekola, 1994).

Los costos de un proyecto de plantaciones forestales varían mucho dependiendo de cada proyecto. Sin embargo, el peso de cada uno no varía tanto. El ejemplo usado puede representar un caso típico.

- Una pregunta esencial es: ¿bajo qué circunstancias la inversión de una plantación es rentable o al menos cubre los costos de la plantación?. El factor que afecta más directamente el resultado, aparte del precio de la madera, es la productividad por hectárea.
- Si el costo de inversión aumenta en 20% la TIR decrece solo en 1%. Esto significa que es moderadamente sensible.
- Se encontró que un factor básico para aumentar la productividad es usar planta

de buena calidad. Es rentable pagar un precio elevado por una buena planta. Si el precio de la planta fuera de 0 esto aumentaría la TIR de manera insignificante. por el contrario, si se dobla su precio no tiene casi efecto sobre la TIR. Esto ocurre igual con la preparación del suelo. Se debe hacer una buena preparación.

- La TIR es muy sensible al costo de extracción. Esto es natural porque este rubro representa más del 50% de los costos totales.

8.6 Programas de cómputo para evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales

Para facilitar el cálculo de los análisis financieros de las plantaciones, se han elaborado varios programas de cómputo que se aplican con relativa facilidad. Entre estos, los más comunes y utilizados son: el Plan PC, el Evaplan, el Cash Flow y el Programa de cómputo para la evaluación financiera de proyectos de plantaciones forestales, que se describen a continuación.

8.6.1 Uso de los programas

El buen funcionamiento de cualquier **software** está determinado por los diferentes dispositivos periféricos que lo acompañan, así como del tipo o modelo del procesador donde será ejecutado y de la memoria RAM disponible.

Para la correcta ejecución de los programas se tienen los siguientes requerimientos mínimos:

- Computadora IBM/PC compatible
- Microprocesador 80286/12 Mhz ó superior

Evaluación Financiera de las Plantaciones Forestales Comerciales

Cuadro 21. Calculo del Valor Actual Neto.

Año	Costos (miles de pesos)			Beneficios brutos (miles de pesos)	Factor de actualización (40%)	Costos actualizados (40%)	Beneficios actualizados (40%)
	Inversión	Operación	Totales				
1	1	195.5	2	224.0	0.714	1	160.00
	826.7		022.2			444.429	
2	2	195.5	2	474.0	0.510	1	241.837
	098.3		293.2			170.36	
3	2	517.1	2	974.0	0.364	982.799	354.956
	179.7		695.8				
4	2	813.2	3	2	0.260	812.057	573.719
	306.4		119.6	204.0			
5	2	1	3	3	0.186	658.729	714.732
	348.0	194.8	542.3	844.0			
6	740.6	1	2	6	0.133	304.773	807.487
		554.2	294.8	080.0			
7	483.8	1	2	7	0.095	229.487	708.638
		935.3	419.1	470.0			
8	559.4	2	2	9	0.068	182.289	627.868
		130.8	690.2	266.0			
9	630.4	2	3	11	0.048	152.567	539.760
		521.8	152.2	152.0			
10	801.7	3	3	13	0.035	134.881	481.928
		099.8	901.5	940.0			
11	875.8	3	4	15	0.025	108.142	392.832
		503.5	379.3	908.0			
12	1	4	5	18	0.018	90.461	329.771
	047.1	081.5	128.6	696.0			
13	1	4	5	20	0.013	71.238	262.412
	130.8	523.5	654.3	828.0			
14	1	4	6	22	0.009	54.181	199.244
	225.6	795.0	021.1	140.0			
Total	18 254.30	31 061.50	49 315.80	133 200.0		6 396.34	6 395.183

Fuente: Pérez, 1990.

Beneficios - Costos

VAN = actualizados actualizados

VAN (i=40%) = 6 395.183 - 6 396.340 = - 1.157

Evaluación Financiera de las Plantaciones Forestales Comerciales

Cuadro 22. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Año	Costos Totales (miles de pesos)	Beneficios Brutos (miles de pesos)	Flujo de Fondos (miles de pesos)	Factor de Actualización Tasa menor 40%	Flujo de Fondos Actualizados Tasa menor 40%	Factor de Actualización Tasa menor 45%	Flujo de Fondos Actualizados Tasa menor 45%
1	2 022.2	224.0	(1 798.2)	0.714	(1 284.429)	0.690	(1 240.138)
2	2 293.8	474.0	(1 819.8)	0.510	(928.469)	0.476	(865.541)
3	2 695.8	974.0	(1 722.8)	0.364	(627.843)	3.328	(565.107)
4	3 119.6	2 204.0	(915.6)	0.260	(238.338)	0.226	(207.126)
5	3 542.3	3 844.0	301.20	0.186	56.003	0.156	46.991
6	2 294.8	6 080.0	3 785.2	0.133	502.714	0.108	407.268
7	2 419.1	7 470.0	5 050.9	0.095	479.151	0.074	374.794
8	2 690.2	9 266.0	6 575.8	0.068	445.579	0.051	336.515
9	3 152.2	11 152.0	7 999.8	0.048	387.192	0.035	282.337
10	3 901.5	13 940.0	10 038.5	0.035	347.047	0.024	244.337
11	4 379.3	15 908.0	11 528.7	0.025	284.690	0.017	193.523
12	5 128.6	18 696.0	13 567.4	0.018	239.310	0.012	157.065
13	5 128.6	20 828.0	15 173.7	0.013	191.173	0.008	121.146
14	6 021.1	22 140.0	16 119.4	0.009	145.063	0.006	88.756
<hr/>							
Total	4 9214.8	133 200.0	83 884.2		-1.157		(625.180)

Fuente: Pérez, 1990.

VALOR ACTUAL

NETO A LA MEJOR

-1.157

TASA

$$TIR = 40 + 5 \left(\frac{-1.157}{|-1.157 - 625.180|} \right)$$

TIR = TASA MENOR + DIF. ENTRE TASAS (-----
-----)

SUMA

ABSOLUTA

TIR = 39.9925 %

DE LOS

DOS VALORES

ACTUALES NETOS

Evaluación Financiera de las Plantaciones Forestales Comerciales

Cuadro 23. Cálculo de la Relación Beneficio Costo.

Año	costos totales (miles de pesos)	Beneficios brutos (miles de pesos)	factor de actualización (40 %)	costos actualizados (40 %)	beneficios actualizados (40 %)
1	2 022.2	224.0	0.714	1 443.9	159.9
2	2 293.8	474.0	0.510	1 169.8	241.7
3	3 119.6	974.0	0.364	981.3	354.5
4	3 542.3	2 974.0	0.260	811.1	573.0
5	2 294.8	3 844.0	0.186	658.9	715.0
6	2 419.1	6 080.0	0.133	305.1	808.6
7	2 680.2	7 470.0	0.095	229.8	709.7
8	3 152.2	9 266.0	0.068	182.9	630.0
9	3 901.5	11 152.0	0.048	151.3	535.3
10	3 901.5	13 940.0	0.035	136.6	487.9
11	4 379.3	15 908.0	0.025	109.5	397.7
12	5 128.6	18 696.0	0.018	92.3	336.5
13	5.654.3	20 828.09	0.013	73.5	270.8
14	6 021.1	22 140.0	0.009	54.2	199.3
Total	49 314.8	133 200.0		6 400.2	6 419.9

Fuente: Pérez, 1990.

BENEFICIOS	ACTUALES	6. 419.9	REL. B/C = 1.003
NETOS			
REL B / C =	-----	6 400.2	

COSTOS ACTUALES NETOS			

- Coprocesador matemático no necesario
- 1 Mb en memoria RAM
- Drive 3.5" o 3 ½"
- Monitor VGA a color
- Sistema operativo 3.3 o superior.

8.6.2 Descripción de los programas

8.6.2.1 Plan PC

Es un programa de cómputo, basado en un modelo de simulación, desarrollado por Payandeh *et al.* (1992), para establecer plantaciones forestales de *Picea mariana*, *Picea glauca*, *Pinus banksiana* en la región de Ontario, Canadá.

El programa incluye los diferentes procesos de plantación en todas sus fases, entre ellas: producción y almacenaje de planta, así como el establecimiento de la plantación; simulando los procesos de crecimiento en cada uno de ellos, a través de modelos predictores, obtenidos con datos reales de las diferentes actividades en la producción de planta, en viveros y plantaciones establecidas en el Norte de Ontario. El modelo de simulación muestra diversas opciones de plantación para el usuario, quien puede comparar y optimizar los resultados.

8.6.2.2 Evaplan

Es un programa de cómputo elaborado en el paquete Lotus 123 versión 5, en el cual se consideran diferentes opciones, tanto de actividades inherentes a la plantación, como los análisis financiero y económico y un plan de financiamiento para cubrir el establecimiento de una plantación, llevando consigo la cantidad requerida, inicio del financiamiento, longitud del período de recuperación, año de inicio del pago, los intereses establecidos así como la forma de pago.

Entre las actividades que contempla el programa se tiene: la superficie a plantar, el número de años a plantar (para el programa se contemplan 10 años), opción de especie a plantar, preparación del terreno, plantación, deshierbe, replante, mejoramiento del rodal; para la extracción se definen costos por construcción de carriles de arrime, documentación, derribo, arrime, carga, transporte, descarga, descortezado, apertura de caminos, maquinaria y equipo; se define el incremento medio anual, el precio de los productos a obtener (celulosa y madera aserrada), densidad de plantación (2 000 árboles/ha), un período de rotación de 10 años. Se considera una corta de regeneración a través de matarrasa, así mismo, se consideran aclareos y la utilización de rebrotes.

El programa imprime las diferentes opciones y guarda el archivo trabajado.

8.6.2.3 Cash Flow versión 3.5

El Cash Flow, elaborado por la Universidad de Minnesota, es un programa útil para analizar la rentabilidad financiera y la sensibilidad a cambios en los precios de diferentes opciones de producción agrícola y forestal. La evaluación financiera de estas opciones es necesaria, ya sea para determinar los resultados financieros de una actividad productiva o un proyecto que finalizó (evaluación posterior) o para anticipar el comportamiento financiero de diferentes opciones de producción, que se están considerando en la fase de elaboración y evaluación de un proyecto (Gómez, 1992).

El programa calcula los principales indicadores financieros, como el valor actual neto (VAN), la relación beneficio costo (B/C) y la tasa interna de retorno (TIR). Además, hace un análisis de

sensibilidad y otro de riesgo. El primero permite estimar cuáles son las actividades más sensibles a cambio en los precios. El segundo, permite estimar las actividades que ofrecen mayor riesgo por su efecto en la reducción del VAN (Gómez, 1992).

El programa es fácil de usar, debido a que está desarrollado a través de menús y preguntas que guían al usuario, paso a paso.

8.6.2.4 Programa de cómputo para la evaluación financiera de proyectos de plantaciones forestales

Este programa de cómputo, fue elaborado en la Universidad Autónoma Chapingo, para hacer análisis financieros de plantaciones de *Pinus caribaea* en la Sabana, Tuxtepec Oaxaca por la M.C. Georgina Flores en 1996.

El programa calcula los principales indicadores financieros, como el valor actual neto (VAN), la relación beneficio costo (B/C) y la tasa interna de retorno (TIR). El primero, permite estimar cuáles son las actividades más sensibles a cambio en los precios. El segundo, permite estimar las actividades que ofrecen mayor riesgo por su efecto en la reducción del VAN.

El programa incluye los diferentes procesos de producción en todas sus fases, entre ellas: producción y almacenaje de planta, así como el establecimiento de la plantación; simulando los procesos de crecimiento en cada uno de ellos, a través de un modelo predicho, obtenidos con datos reales de las diferentes actividades en la producción de planta y plantaciones de *Pinus caribaea* establecidas de la región de Tuxtepec, Oaxaca. El programa imprime las diferentes opciones y guarda el archivo trabajado.

8.7 Literatura Citada

PAYANDEH, B.; PUNCH, M.; BASHAM, D. 1992. User's Manual for Plant-PC: A Model for Forest Plantation Establishment in Ontario. Forestry Canada, Ontario Región. Canadá-Ontario Forest Resource Development. Agreement. 54 p.

CABALLERO DELOYA, M.; ZERECERO LEAL, G. 1972. Estudio de una plantación comercial de coníferas. SFF-UIEF San Rafael. Boletín No. 2 109 p.

EGUILUZ PIEDRA, T.; PLANCARTE B., A.. 1990. Memoria de mejoramiento genético y plantaciones forestales. Lomas de San Juan, Chapingo, México. 209 p.

FAO. 1980. Análisis económicos de proyectos forestales. Roma, Italia. 227 p.

FIRA. 1993. Criterios actuales en el análisis financiero. Boletín Informativo No. 249 Vol. XXV. México, D.F. 15 p.

FLORES E., G. 1996. Programa de cómputo para la evaluación financiera de proyectos de plantaciones forestales. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 74 p.

GITTINGER PRICE, J. 1983. Análisis económico de proyectos agrícolas. Instituto de Desarrollo Económico y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. TECNOS. Madrid, España. 532 p.

GÓMEZ, M. 1992. El uso del programa Cash Flow para el análisis financiero de inversiones agrícolas y forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Proyecto cultivo de árboles de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica. 19 p.

- KOSONEN, M.; REKOLA, M. 1994. Manual del programa de evaluación de proyectos de plantaciones forestales. Manuales y Guías No.2 Acuerdo de Cooperación Forestal México y Finlandia. México, D.F. 5 p.
- LITTLE I., M. D.; MIRLEES J., A. 1973. Project appraisal and planning for developing countries. New York, Basic Book. pp.16-25.
- MONTERO MATA, M. 1992. Modelo de crecimiento para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en la Sabana, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 95 p.
- OLIVER MORALES, I. M. 1991. Análisis de riesgo en la evaluación de proyectos de inversión forestal utilizando la función de distribución acumulada de la tasa interna de retorno. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 101 p.
- ORTEGA SAN VICENTE, V. 1978. Evaluación de plantaciones forestales. In. Primera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Pub. Esp. Inst. Nal. Invest. For. No.13. México, D.F. pp. 321-330.
- PROTTI ALVARADO, F. 1982. Evaluación económica y financiera del proyecto de plantaciones forestales en La Frailesca, Chiapas. Tesis de Maestría en Economía Agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 143 p.
- PUENTES DÁVILA, R. 1992. Evaluación para la instalación de un bosque de silver dollar tree (*Eucalyptus cinerea*) en condiciones de poda severa en el Municipio de Juárez, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 97 p.
- RAMÍREZ MALDONADO, H.; TORRES ROJO, J. M. 1984. Plantaciones Forestales. In. Tercera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Pub. Esp. Inst. Nal. Invest. For. No. 48 México, D.F. pp. 332-334.
- PÉREZ DOMINGO, RAFAEL. 1990. Evaluación financiera de un proyecto modular de plantaciones forestales de *Brosimum alicastrum* Sw. con fines forrajeros en Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 61 p.
- SOSA CEDILLO, V. 1995. Política nacional de fomento a las plantaciones forestales industriales. In. Memoria del Simposio sobre Reforestación Comercial. Chihuahua, Chih. SARH-Subsecretaría Forestal. pp. 11-53.
- VERA CASTILLO, J.A.G.; RAMÍREZ M., H. 1984. Efecto de la intensidad de poda en el incremento en diámetro y altura en *Pinus montezumae* Lamb. y *P. michoacana* Mtz. en Chapingo México. In. Tercera Reunión Nacional sobre plantaciones Forestales. Memoria. Pub. Esp. Inst. Nal. Invest. For. No.48. México, D.F. pp. 663-679.
- YAÑES MONTES, O. 1981. Estudio de la variación de algunas características de *Pinus strobus chiapensis* Mtz. de tres localidades de su distribución natural. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Enseñanza e Investigación en Bosques. Chapingo, México. 173 p.



NORMATIVIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN MÉXICO



CAPÍTULO 9

NORMATIVIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN MÉXICO/¹

Pánfilo Cordero Pacheco/² y Miguel Ángel Musálem/³

9.1 Introducción

Se estima que en el mundo existen alrededor de 100 millones de hectáreas de plantaciones forestales comerciales. Alrededor de la mitad son de crecimiento medio y bajo, y la otra mitad de crecimiento medio y alto. Así mismo, alrededor del 65% de las plantaciones son de coníferas y el 35% de especies latifoliadas (SEMARNAP, 1998).

Las principales plantaciones de coníferas se localizan en los Estados Unidos, Brasil, Chile y Nueva Zelanda. Las plantaciones de latifoliadas, principalmente de eucalipto, se ubican en Brasil y Sudáfrica (SEMARNAP, 1998).

A diferencia de los bosques naturales de coníferas, en donde los ciclos de aprovechamiento fluctúan alrededor de los 100 años, en las plantaciones tropicales de rápido crecimiento, los ciclos de especies de latifoliadas pueden ser de 5 a 10 años, y las de coníferas de 15 a 20 años; mientras que en las zonas templadas las coníferas requieren de 20 a 35 años y las latifoliadas de 20 a 30 años. Por otra parte, mientras la productividad por hectárea en bosques naturales del Norte es de un metro cúbico por año en promedio, en las plantaciones tropicales se han llegado a

obtener crecimientos superiores a los 50 metros cúbicos por hectárea por año (SEMARNAP, 1998).

En México, debido a limitantes legales anteriores y de tenencia de la tierra, no se habían desarrollado las plantaciones forestales comerciales a gran escala. La única experiencia existente hasta 1980, era una plantación de pinos de cerca de 10 mil hectáreas, que realizó la empresa FAPATUX en estado de Oaxaca.

Esto significa, que hasta ahora la producción de madera para la industria forestal en México, ha provenido en su totalidad de bosques naturales, no obstante tener grandes ventajas comparativas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, principalmente de rápido crecimiento.

México tiene un excelente potencial biológico, físico y climático, para el establecimiento de plantaciones de árboles forestales, tanto de especies de coníferas, como de latifoliadas. Según el Inventario Forestal Nacional Forestal Periódico, México tiene 8 millones de hectáreas de terrenos preferentemente forestales, con aptitud para realizar plantaciones forestales.

¹ El presente es una revisión sobre la Normatividad de las Plantaciones Forestales en México, como material de estudio del curso Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales del Programa de Postgrado de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Semestre de Primavera, Enero a Mayo de 1999.

² Alumno del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

³ Ph. D. Silvicultura. Profesor de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

marginal, que tienen un excelente potencial para plantaciones, con niveles de rentabilidad superiores a las actividades agrícolas y ganaderas de carácter extensivo. Conservadoramente, se estima que existen 12 millones de hectáreas con buenas características para la producción de madera, lo que ubica a México entre los primeros países del mundo con este potencial (SEMARNAP, 1998).

Además de la disponibilidad de tierras, las principales ventajas comparativas de México para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en relación con otros países son: clima y suelo, posición geográfica, infraestructura (58 mil kilómetros de carreteras, 4 mil kilómetros de vías férreas y 48 puertos en el Sureste).

El marco regulatorio, al cual se debe sujetar el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales, está definido básicamente en tres grandes rubros: la Legislación Agraria, la Legislación Forestal y la Legislación Ambiental, sin excluir la posibilidad de considerar otras legislaciones aplicables, como la Ley de Conservación de Suelo y Agua y la Legislación Fiscal. Esta última por su importancia se analizará en un apartado específico.

En este sentido, las plantaciones forestales comerciales requieren, como actividad económico-productiva, realizarse dentro de un marco legal que regule su establecimiento, el cual debe brindar certeza jurídica a la inversión, fomentar su desarrollo e incentivar la utilización de los recursos naturales en forma eficiente, socialmente útil y que además procure su preservación y la del ambiente.

9.2 Legislación agraria

La mayoría de las superficies con alto potencial para plantaciones forestales en México son predios propiedad de ejidos o comunidades sin recursos de capital para invertir a largo plazo.

La realización de proyectos integrados de plantaciones requiere de una capacidad empresarial, fuertes inversiones y plazos largos de recuperación, características que podrían requerir la participación conjunta de dueños de la tierra e inversionistas para llevarlos a efecto.

A nivel mundial son escasas las experiencias de plantaciones forestales comerciales con asociaciones entre propietarios de tierras e inversionistas. Los escasos antecedentes en México, señalan que los intentos se han visto limitados al uso de contratos de asociación en participación, con serias limitaciones en seguridad jurídica en cuanto a su vigencia y procedimientos reivindicativos de los intereses de los posibles inversionistas.

Lo anterior ha dificultado la promoción y realización de las plantaciones, en razón de que no brindan una certeza jurídica y de equidad tanto a los productores como a los inversionistas.

El impedimento legal hasta antes de las reformas al artículo 27 constitucional de que existieran sociedades con la facultad de poseer y administrar superficies mayores a la pequeña propiedad, canceló e imposibilitó que en el pasado se concretaran proyectos de plantaciones forestales.

A la fecha, luego de las reformas al artículo 27 constitucional en el año de 1992, son totalmente factibles y legales la constitución de todas las formas de organización que acuerden los interesados y la integración de sociedades mercantiles

que estén previstas en las leyes vigentes, para administrar en propiedad o en usufructo extensiones, que para el caso de plantaciones, pudieran abarcar hasta 20,000 ha (25 veces el límite de pequeña propiedad forestal de 800 hectáreas).

El que exista un límite en superficie de 20,000 ha para la constitución de asociaciones o empresas destinadas a las plantaciones forestales, cuando los proyectos a gran escala requieren áreas mayores para su abastecimiento y rentabilidad, como en el caso de las fábricas de celulosa y papel, pudiera significar una limitante, ya que se deberán realizar múltiples sociedades para conjuntar la superficie requerida, con el respectivo costo administrativo adicional y operacional.

La Ley Agraria actual limita el tiempo de los contratos a treinta años, lo cual, para proyectos de plantaciones de turno corto representa tres cosechas, y en el caso de productos de bosque templado representaría solo dos.

Aun cuando se han resuelto problemas en cuanto a tenencia de la tierra y abiertas las posibilidades de asociación de los dueños con terceros, prevalece, para cierto tipo de proyectos, el problema de compactación de tierras, referido a la fragmentación de los predios agropecuarios para lograr superficies suficientes y adecuadas para las escalas requeridas.

9.3 Legislación forestal

En el curso de la historia de los aprovechamientos forestales de México, se han decretado siete leyes forestales, de las que, a continuación, se presentan los aspectos más relevantes en lo que a reforestación se refiere:

- La legislación forestal en México, se inicia propiamente con la publicación de la primera Ley Forestal el 24 de abril de 1926, y de su reglamento en octubre de 1927; en esta Ley se declara de utilidad pública la conservación y preservación de la vegetación forestal en todo el territorio, especialmente en las zonas de protección.
- Aunque en la Ley de 1926, se cita que se dispondrá de un nuevo sistema de repoblación forestal, no se señala quienes serán los otorgantes y quienes los beneficiarios, lo que trajo consigo confusión y no fue realmente aplicada en este sentido.
- La Ley de 1926 señala que los permisionarios que no puedan efectuar la reforestación, pagaran una cuota sustitutiva al Departamento Forestal y de Caza y Pesca para que ésta se realice.
- Durante la vigencia de esta primera Ley Forestal se expiden numerosos decretos, acuerdos y circulares con la intención de establecer diversas zonas protectoras y de repoblación, parques nacionales, reservas forestales y vedas. Esta es una ley proteccionista y restrictiva de los aprovechamientos forestales.
- El 31 de diciembre de 1934, mediante decreto dictado por el Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, se crea el Departamento Forestal y de Caza y Pesca, dependiente directamente del presidente de la República, a quien se le otorga un amplísimo poder, entre otros sobre:
 - Conservación de la riqueza forestal, reforestación, viveros y praderas naturales,
 - Protección de la caza y de la pesca,
 - Control y administración de los parques nacionales,
 - De la protección de la flora y fauna silvestres,
 - De la investigación y educación.

- La segunda Ley Forestal, aparece el 17 de marzo de 1942, y su reglamento de 1944, tiene como finalidad reglamentar, proteger, fomentar la conservación, restauración, propagación y aprovechamiento de la vegetación forestal y de los productos de ella derivados; define también la vegetación que se considera como forestal.
- La modalidad más sobresaliente de esta ley son las Unidades Industriales de Explotación Forestal, a las que se obliga a realizar directamente los trabajos de reforestación; esta disposición tuvo un efecto ventajoso, dado que en la mayoría de los casos, estas Unidades la aceptaron, instalando viveros y dedicando personal a los trabajos propios de protección, plantación y cuidado de los árboles, con lo cual el aprovechamiento de las masas arboladas no se vieron prácticamente afectadas.
- En enero de 1948 se decreta una tercera Ley Forestal y su reglamento el 21 de julio de 1950, en esta se promueve una campaña importante de reforestación, que propicia la creación de la mayoría de los actuales viveros; asimismo, se impone la obligación a los permisionarios del bosque de plantar diez árboles por cada metro cúbico de madera que se aprovechara. Desafortunadamente esta medida no se cumplió totalmente por falta de interés de los permisionarios y por falta de vigilancia adecuada de las autoridades forestales, lo cual explica en cierto modo el que algunos bosques hayan disminuido.
- En enero de 1951 se crea mediante decreto presidencial, la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza.
- El 31 de diciembre de 1951, se reforma esta tercera ley y se introducen algunas modificaciones, como transferir el Fondo Forestal al fideicomiso constituido para el fomento de viveros, asimismo, con el fin de declarar aquellas áreas concesionadas a las Unidades de Explotación Forestal inafectables y sujetas a proceso de reforestación.
- A los permisionarios de los recursos no maderables los obliga a reforestar y sanciona con mayor rigor los delitos y faltas en materia forestal (Hinojosa Ortiz, 1988).
- El 16 de enero de 1960 se publica una nueva Ley Forestal en la cual se prosigue con la tendencia a considerar prioritaria, la reforestación y La creación de viveros. Se complementa con el Programa Nacional Forestal publicado en 1965. Estas disposiciones superan a las emitidas con anterioridad, formando un marco institucional adecuado para el desarrollo forestal a nivel nacional, en el cual se establecía la responsabilidad de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), para vigilar que las concesiones de aprovechamiento forestal se apoyaran en un sistema técnico que considera la presentación de planes permanentes para el combate de incendios, protección contra las plagas y enfermedades, proyecto de convenio para la instalación de viveros y servicio permanente de reforestación.
- En estas acciones se faculta a la SAG para solicitar la colaboración de la Secretaría de la Defensa Nacional con el fin de fortalecer el servicio de vigilancia. También señala que la Procuraduría General de la República ejercitaría acciones penales por la comisión de delitos en materia forestal. Se concluye de esto, la preocupación del Gobierno Federal de involucrar a diversas instituciones en la tarea de aprovechar, conservar y reforestar los bosques.
- Sin embargo, puede señalarse que a pesar de estas acciones positivas que pudieron realizarse con base en las diversas leyes, no se jerarquizaron los problemas, ni se definieron con detalle

las medidas necesarias para alcanzar con éxito sus objetivos, por lo cual se considera que es solamente una declaración de tipo político.

- La quinta Ley Forestal, se publica el 30 de mayo de 1986, entrando en vigor el 29 de junio del mismo año, y su reglamento en julio de 1988. Esta Ley fue muy discutida, en virtud de que se publica cuando la administración forestal entra en evidente deterioro y le quita facultades para transferirlas a otras dependencias, como las Secretarías de Reforma Agraria (SRA), Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).
- En esta ley se señalan los lineamientos de política nacional para la ordenación y regulación forestal como:
 - Establecer las normas para la administración, cultivo y ordenación de los terrenos y recursos forestales, para obtener su mejor rendimiento.
 - Regular y promover en base a programas integrales, la protección, conservación, fomento y restauración de los recursos forestales, conforme a los requerimientos del desarrollo social.

Sin embargo, ni la Ley, ni el reglamento señalan cuáles son los requerimientos de desarrollo social.

El objeto de la Ley, indica como de utilidad publica:

- La conservación, protección, preservación, mejoramiento y restauración de los ecosistemas forestales, esto es sin definir cuales son los ecosistemas forestales.
- Establecer plantaciones para fines de protección de cuencas, producción silvícola y apoyo a la agricultura y ganadería.

Señala también que el Fondo para el Desarrollo Forestal, como fideicomiso del Gobierno Federal, tendrá como objetivo coadyuvar con la SARH en las tareas de promoción e impulso de la actividad forestal. Se suprime el Fondo Forestal como mecanismo para apoyar los trabajos de reforestación y fomento de los recursos forestales.

Otorga a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) la potestad para dictar las normas de conservación, protección, fomento y certificación de los recursos genéticos forestales; así como, regular y promover la recolección, beneficio, reproducción y distribución de semillas y material vegetativo.

Esta ley debió estimular diferentes actividades como son: la recolección de semillas y demás recursos genéticos forestales, también como, facilitar a los dueños y poseedores del bosque el acopio y la distribución de estos recursos, para que tuvieran una fuente de ingresos alternativa, desgraciadamente no se logró lo que se esperaba.

De esta manera, la SARH dictaría las normas para la operación de los viveros forestales, cuyo establecimiento debería promover ya sea por cuenta propia o con la colaboración de otras instituciones.

Era obligación de la SARH coordinarse con la SEDUE y otras dependencias, para realizar programas de forestación y reforestación en todo el territorio nacional, con el objeto de conservar y fomentar los recursos forestales; satisfacer las necesidades que en lo futuro se tuvieron de productos forestales, coadyuvar a la productividad alimentaria, conservar los regímenes hídricos y todos aquellos que contribuyan al fomento forestal.

Se responsabiliza a la propia SARH de promover la creación de sociedades silvícolas reforestadoras, cuando se trate de plantaciones para producir materias primas.

Señala que los propietarios y poseedores de predios forestales y titulares de los permisos, estarían obligados, conforme a los programas elaborados por la SARH, a reforestar las áreas sujetas a los aprovechamientos, así como de los terrenos que hubiesen perdido su cubierta vegetal a consecuencia de incendios, plagas, enfermedades, fenómenos meteorológicos o cortas ilícitas; o en una las zonas cuyas condiciones muestren degradación o insuficiencia de renuevo natural.

En caso de incumplimiento, la SARH hará efectivas las responsabilidades que procedan y realizará los trabajos exigiendo el pago de los gastos o erogaciones correspondientes.

Tomando en cuenta que los permisos de aprovechamientos se otorgaban a los dueños y poseedores.

El Reglamento de esta Ley Forestal, publicado el 29 de junio de 1988, dice que la SARH formulará, con apoyo de otras dependencias, los catálogos de especies forestales por Distritos de Desarrollo Rural, regiones forestales y por Entidad Federativa.

La SARH tendrá a su cargo la certificación de las semillas y partes vegetativas de las especies forestales y para este efecto dictará las normas procedentes; regulará su recolección y distribución a los centros de producción de plantas, cualquiera que sea su régimen de propiedad; y manejará la red nacional de bancos de germoplasma para garantizar la disponibilidad y alta calidad genética de las semillas.

Si existieran instituciones oficiales o particulares que dispongan de bancos de germoplasma, para su manejo deberán apegarse a las disposiciones que emita la Secretaría, sobre el particular.

La SARH, establecerá Áreas semilleras o de producción vegetativa en las regiones forestales donde funcionan sus unidades operativas, cuando considere que es necesaria la obtención o disponibilidad de material genético con características superiores.

También obliga a los titulares de permisos de aprovechamientos y a los concesionarios de los servicios técnicos forestales a establecer áreas semilleras y a realizar la recolección de material genético.

En casos específicos, la propia SARH establecerá viveros forestales, pero podrá transferir su administración y mantenimiento a las autoridades estatales o municipales, o bien que los ejidos o comunidades, inclusive a los pequeños propietarios.

La SARH también dará asesoría técnica en materia de reforestación y coordinadamente con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) u otras dependencias, promoverá, instrumentará y concertará con los poseedores o propietarios de los terrenos forestales programas de forestación o reforestación.

Así mismo, señala que la SARH será asesora y promotora a todos los niveles sobre reforestación o forestación en las diversas circunstancias; sin embargo, no se indican los mecanismos a través de los cuales se pueda llevar a un buen fin estas obligaciones.

- La sexta Ley Forestal aparece el día 16 de diciembre de 1992 y es publicada el

día 22 del mismo mes y año, señala que son atribuciones de la SARH en materia forestal, entre otras, el formular y organizar, en coordinación con SEDESOL, un programa permanente de forestación y reforestación para el rescate de zonas erosionadas.

- La forestación o reforestación en superficies menores de diez hectáreas, requiere técnicamente de ser notificado por escrito a la SARH, misma que a su vez lo informará a SEDESOL.
- Como modalidad, esta ley indica que es necesario obtener autorización para forestar y reforestar en terrenos forestales o de vocación forestal en superficies mayores a diez hectáreas, situación que ha sido muy criticado, tanto por los estudiosos de los problemas forestales, como por los ejecutores de los planes de reforestación, dado que es una medida que desincentiva, más que favorecer la forestación o reforestación.
- Los requisitos que deben cubrirse para forestar o reforestar en superficies mayores de diez hectáreas son: tener título de propiedad o posesión de los terrenos que se pretendan utilizar y contar con un programa de manejo forestal.
- Cabe señalar que se han presentado muchos casos donde existe interés por reforestar terrenos no considerados de vocación silvícola y las autoridades forestales se han declarado incompetentes para dictaminar sobre la factibilidad de la plantación, por lo que no existe garantía para el inversionista de los aprovechamientos futuros de esa plantación. Lo cual lleva a considerar que existe una laguna en la ley sobre este particular.
- Otorga a la SARH conjuntamente con las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Desarrollo Social 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 las necesidades de promover cierto tipo de plantaciones, determinará las áreas geográficas en que se deberán fomentar las labores de conservación, protección y restauración forestal, así como las plantaciones agroforestales para obtener leña, protección de cuencas, comerciales y de otra naturaleza.
- Para llevar a cabo estas labores, los particulares podrán celebrar convenios con la SARH para constituir reservas forestales, previendo los aspectos relativos a la administración.
- Además de que se considere que estas medidas contribuyan a la conservación, protección y restauración de la biodiversidad forestal.
- La SARH buscará la cooperación de otras dependencias gubernamentales, particulares, empresas nacionales o internacionales para formular y organizar programas de forestación y reforestación en zonas degradadas, con la finalidad de restaurar, aumentar los recursos forestales y biodiversidad en el territorio nacional o bien para realizar apoyar las acciones que contribuyan a disminuir la erosión, así como aumentar la recarga de acuíferos.
- La SARH con SEDESOL, promoverán la creación de áreas y huertos semilleros, así como la instalación de viveros dejando su operación a los gobiernos estatales o municipales, o a los propietarios o titulares de las autorizaciones de aprovechamientos.
- El Reglamento de la Ley Forestal de 1992, se publicó el 21 de febrero de 1994, este define en el Capítulo 1

- algunos términos que son muy importantes como son: forestación, plantación forestal, programa de manejo forestal, reforestación, restauración forestal y terreno de aptitud forestal.
- En este Reglamento se consideran de suma importancia los programas de manejo forestal y dentro de su clasificación incluye la forestación o reforestación; asimismo, señala los requisitos necesarios para el otorgamiento de las autorizaciones de estos programas.
 - Los programas de manejo forestal para forestación y reforestación deberán contener:
 - La ubicación y cuantificación de las superficies del predio.
 - Las medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial que hayan sido señaladas en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) expedidas por la SEDESOL o aquellas sujetas a protección especial por decreto del Titular y del Ejecutivo Federal.
 - Las medidas para prevenir y mitigar impactos ambientales durante las distintas etapas de desarrollo del programa, incluyendo aquellas a aplicarse en casos de interrupción o terminación del mismo.
 - Nombre y número del Registro Forestal Nacional de la persona física o moral que formuló el programa, así como del aquel que será responsable de dirigir su ejecución.
 - Objetivos generales y vigencia.
 - Características físicas y biológicas generales de la superficie objeto del programa, que deberán incluir clima, suelo, topografía, hidrología y vegetación existente.
 - Lista de especies a utilizar.
 - Y descripción de las actividades de preparación del sitio para establecer la plantación.
 - Cuando se considere la posibilidad de realizar aprovechamientos forestales en las plantaciones, se deberá incluir en el programa, la planeación de la infraestructura necesaria para extraer y transportar las materias primas forestales, la ubicación de las obras en los planos y las técnicas de construcción y mantenimiento que se usarán para reducir al mínimo los impactos ambientales, considerando para dicho efecto las NOM que expida SEDESOL.
 - También se deberá describir los sistemas silvícolas, con duración de turno, el tipo, forma y periodicidad de actividades intermedias y cortas de cosecha, los procedimientos de extracción de productos, así como las medidas para manejar los residuos de aprovechamientos.
 - La ley forestal vigente (séptima) aparece publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 1997, saliendo su primera edición en diciembre de 1998, señala en su artículo 4 que son atribuciones de Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en materia forestal, en coordinación con el Consejo Técnico Consultivo Nacional Forestal otorgar las autorizaciones para la forestación y reforestación, así como supervisar su manejo forestal e impacto ambiental.

Al igual que la ley anterior esta define algunos términos muy importantes los cuales resaltan los siguientes:

Forestación: La plantación y cultivo de vegetación en terrenos no forestales con

propósitos de conservación, restauración o producción comercial.

Reforestación: Establecimiento inducido o artificial de vegetación forestal en terrenos forestales.

Como una modificación en la ley forestal anterior en cuanto a superficie a forestar, en esta ley en su Artículo 16, menciona que para realizar forestación con propósitos de producción comercial en superficies menores o iguales a 20 hectáreas, únicamente requerirá de un aviso por escrito del interesado a la Secretaría, que deberá contener:

- El nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del propietario o poseedor del predio o de quien tenga derecho a realizar los trabajos de forestación;
- El título que acredite el derecho de propiedad o posesión respecto del terreno o terrenos objeto de la solicitud o, en su caso, el documento que acredite el derecho para realizar las actividades de forestación;
- Los requisitos en materia de impacto ambiental establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas aplicables, cuando así corresponda, y
- La ubicación del predio, la superficie a forestarse y las especies que se van a utilizar.

De la misma manera en Artículo 17 hace énfasis en que para realizar la forestación con propósitos de producción comercial en superficies mayores de 20 y menores o iguales a 250 hectáreas, se requerirá que el interesado presente a la Secretaría, para su autorización, un informe de forestación que

deberá incluir la siguiente documentación e información:

- El nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del propietario o poseedor del predio o de quien tenga derecho a realizar los trabajos de forestación.
- El título que acredite el derecho de propiedad o posesión respecto del terreno o terrenos objeto de la solicitud o, en su caso, el documento que legitime la facultad del promovente para realizar las actividades de forestación en el terreno de que se trate;
- El programa integrado de manejo ambiental y forestación que incorporara los requisitos establecidos en la legislación aplicable en materia de impacto ambiental, y deberá contener:
 - Los objetivos generales y la vigencia del programa;
 - La ubicación del predio o predios, así como las superficies a forestarse;
 - Las características físicas y biológicas generales de las superficies objeto de la forestación que deberán referirse a clima, suelo, topografía y vegetación existente;
 - Las especies forestales que se van a utilizar y la justificación de su selección;
 - Las medidas para la prevención, control y combate de plagas, enfermedades e incendios;
 - La identificación de los impactos ambientales y las medidas para su prevención y mitigación en las distintas etapas de aplicación del programa, asimismo deberán señalarse las medidas que se aplicaran en caso de interrupción del programa o a su conclusión, con objeto de recuperar o establecer las condiciones que propicien la continuidad de los procesos naturales;

- Las medidas para preservar y proteger el hábitat de especies de flora y fauna silvestres, y
- Las actividades que se ejecutaran y las técnicas que se utilizarán con el fin de establecer, mantener y aprovechar la forestación en las superficies y en los ciclos de que se trate, de acuerdo con los principios de manejo forestal sustentable.

En el caso que la superficie por plantar sea mayor a las 250 hectáreas, en el **Artículo 19** de esta ley señala que se requiere autorización de la Secretaría para realizar forestaciones con propósitos de producción comercial.

Las solicitudes deberán acompañarse de la documentación e información a que se refiere el artículo 17. En este caso el programa integrado de manejo ambiental y forestación, deberá adicionarse con:

- Las características físicas y biológicas del ecosistema forestal;
- La descripción de los aspectos socioeconómicos del área en que se establecerá la forestación, y
- La vinculación con las disposiciones, normas y regulaciones, sobre ordenamiento ecológico del territorio en el área correspondiente.

Para emitir la resolución correspondiente a las solicitudes presentadas, la Secretaría deberá sujetarse a los plazos y criterios establecidos en el párrafo segundo y siguientes del artículo 14 de esta ley.

Así mismo la autorización del programa integrado de manejo ambiental y forestación comprenderá simultáneamente la del manejo forestal y la de impacto ambiental en los términos de la legislación aplicable. Asimismo, dicha autorización o el aviso a que se refiere el artículo 16,

facultarán a sus titulares para realizar el aprovechamiento de los recursos forestales que se obtengan en la forestación de que se trate (Artículo 19 BIS).

Señala también que los interesados en establecer forestaciones con propósitos de producción comercial podrán optar por obtener de la Secretaría la autorización de impacto ambiental, de manera previa a la presentación del informe de forestación o solicitud de autorización a que se refieren los artículos 17 y 19, cuando por las características y dimensiones de los proyectos así se requiera (Artículo 19 BIS l).

Cuando el cultivo de una forestación con propósitos de producción comercial se integre o pretenda integrarse a una unidad de producción mayor, el propietario o poseedor de la forestación deberá satisfacer los requisitos y procedimientos que correspondan a la dimensión total de la unidad productiva (Artículo 19 BIS 2).

Esta disposición será aplicable al propietario o poseedor de una forestación establecida originalmente con propósitos de conservación o restauración, que se incorpore a la producción comercial.

Menciona que queda prohibido el establecimiento de forestaciones con propósitos de producción comercial en sustitución de la vegetación natural de los terrenos forestales (Artículo 19 BIS 3).

No considerando dentro de esta prohibición a las actividades de reforestación artificial de especies nativas con propósitos de mejoramiento productivo ni a las prácticas de agroforestería, las cuales se regularán en los términos del artículo 15 de esta ley.

La SEMARNAP sólo otorgará las autorizaciones en materia forestal, a los propietarios de los terrenos y a las personas legalmente facultadas por aquéllos, o por

resolución de autoridad competente (Artículo 19 BIS 4).

El ejercicio de los derechos de propiedad y posesión de los terrenos en los que se localicen los recursos forestales a que se refiere esta ley, se sujetará a lo establecido en la Ley Agraria y demás disposiciones aplicables.

Cuando la solicitud de una autorización en materia forestal sobre terrenos propiedad de un ejido, comunidad o comunidad indígena sea presentada por un tercero, este deberá acreditar el consentimiento del núcleo agrario mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria. En el mismo caso y cuando la superficie corresponda a lo estipulado en el artículo 19, la Secretaría deberá solicitar la opinión del Consejo Regional o Nacional en los términos de esta ley.

La SEMARNAP, en coordinación con las demás dependencias de la Administración Pública Federal competentes, procurará que los aprovechamientos de recursos forestales se realicen, garantizando los derechos que la ley reconozca a las comunidades indígenas.

Los titulares de las autorizaciones y las personas que presenten avisos de forestación estarán obligados a presentar informes periódicos avalados por el responsable técnico de la ejecución sobre el desarrollo y cumplimiento del programa de manejo forestal o del desarrollo de la forestación respectiva. La periodicidad de la presentación de dichos informes no podrá ser menor de un año, salvo en casos de contingencias, y se establecerá en la autorización o en el aviso correspondiente a la forestación (Artículo 19 BIS 5).

Las autorizaciones tendrán una vigencia que permita cumplir con los objetivos del programa de manejo respectivo y podrán ser suspendidas o revocadas en los casos previstos en esta ley.

Las modificaciones a los programas de manejo o su cancelación deberán ser autorizadas por la Secretaría, la que, en su caso determinara las restricciones aplicables en los términos y dentro de los plazos establecidos para el procedimiento que corresponda, las que sólo podrán estar encaminadas a prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos sobre los ecosistemas, sujetándose a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

El reglamento de esta ley forestal, se publica en el Diario Oficial el 25 de septiembre de 1998, mencionando que:

Los interesados en realizar actividades de forestación con propósitos de producción comercial en superficies menores o iguales a 20 hectáreas, deberán presentar ante la Secretaría el aviso de forestación previsto en el artículo 16 de la Ley, en los siguientes términos:

- Aviso en original y dos copias, y
- Copia simple del título de propiedad y original o copia certificada del mismo para su cotejo, inscrito en el Registro Público de la Propiedad de la entidad federativa de que se trate o en el Registro Agrario Nacional, según corresponda, o del Instrumento en que conste el derecho para realizar las actividades de forestación, mismo que deberá tener una vigencia igual o mayor a la establecida en el aviso de forestación. En el caso de ejidos y comunidades, se deberá presentar, además, original o copia autógrafa del acta de asamblea inscrita

en el Registro Agrario Nacional, donde conste el consentimiento para realizar dicha actividad.

Una vez que se haya entregado el aviso de forestación con todos los requisitos, la Secretaría otorgará al interesado, dentro de un plazo máximo de 3 días hábiles, la constancia de registro del mismo.

Para el otorgamiento de la autorización de forestaciones con propósitos de producción comercial en superficies mayores a 20 hectáreas y menores o iguales a 250 hectáreas, el interesado deberá presentar ante la Secretaría, en original y dos copias simples, el informe y el programa a que hace referencia el artículo 17 de la Ley:

Quienes pretendan obtener autorización de forestación con fines comerciales para superficies mayores a 250 hectáreas, mediante el programa integrado de manejo ambiental y forestación, los interesados deberán cumplir con los requisitos señalados en los artículos 36 y 37 de este Reglamento.

Un punto muy importante que considera el reglamento forestal, es el programa integrado de manejo ambiental y forestación, señalado en la fracción III del artículo 17 de la Ley, el cual recomienda la siguiente estructurará en los siguientes términos:

- Los objetivos generales, en los que se expresarán los propósitos productivos y ambientales;
- La vigencia, expresando el periodo o periodos para el logro de los objetivos del programa;
- La ubicación del predio o predios a forestar que deberá señalarse en un plano que defina la localización geográfica indicando los principales puntos de población y comunicación así como la

superficie de los predios, y el área a forestar; dentro de estos, esto deberá de presentarse en planos elaborados a escala mínima de 1:50,000, de la superficie a forestar;

- Las características físicas y biológicas del área de influencia del proyecto de forestación de que se trate, señalando: la climatología, geomorfología, edafología, hidrografía, tipos de vegetación y fauna silvestre;
- Las especies que serán utilizadas, las que deberán Identificarse por medio de su nombre científico y el fundamento técnico para su selección;
- Las medidas para la prevención, control y combate de plagas, enfermedades e incendios, en las que se describan los procedimientos, métodos e infraestructura;
- Las actividades que se ejecutarán y las técnicas que se utilizarán con el fin de establecer, mantener y aprovechar la forestación en las superficies y en los ciclos correspondientes las que se detallaran de la siguiente manera:
 - Manejo silvícola, que contendrá:
 - Las actividades de preparación del sitio,
 - Las actividades de establecimiento de la plantación con su respectivo calendario,
 - Las labores de cultivo con su calendario, y
- El aprovechamiento de la plantación, que deberá contener:
 - Procedimiento para la extracción de productos,
 - Red de caminos,
 - Programa de cortas y
 - Medidas para manejar los residuos del aprovechamiento;
- Medidas de prevención y mitigación de los impactos que puedan generarse durante el desarrollo del programa, las que deberán contener:

- Las medidas para preservar y proteger el hábitat de especies de flora y fauna silvestres,
 - La protección, conservación y mejoramiento del agua y suelo,
 - Las superficies con vegetación natural a conservar o establecer, incluyendo los corredores biológicos,
 - El señalamiento del ordenamiento ecológico y disposiciones legales aplicables.
 - Las 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,
 - El calendario de actividades programadas,
 - Los demás lineamientos que, en su caso, señalen las disposiciones legales aplicables en materia de Impacto ambiental, y
- Nombre y clave de inscripción en el Registro Forestal Nacional del responsable de la elaboración, ejecución y evaluación del programa integrado de manejo ambiental y forestación.
 - Los aspectos socioeconómicos del área, en la que se establecerá la forestación, indicando: régimen de propiedad, esquemas de asociación productiva, bienes y servicios disponibles, y
 - La vinculación con las disposiciones, normas y regulaciones, sobre ordenamiento ecológico del territorio en el área correspondiente.

Los titulares de las autorizaciones o avisos de forestación deberán presentar anualmente un informe que contendrá lo siguiente:

- Descripción de las actividades comprometidas y realizadas en el aviso de forestación o en el programa

- integrado de manejo ambiental y forestación;
- El grado de avance en el cumplimiento del calendario de plantación referido a las hectáreas plantadas:
 - Por especie,
 - Por fecha de plantación, y
 - La densidad de plantación,
- El porcentaje de prendimiento;
- El estado sanitario de las plantaciones, considerando ataques de plagas o enfermedades por tipo de plantación y especie, y su grado de infestación expresado en un porcentaje del total plantado;
- El vigor de los individuos por tipo de plantación y especie, expresado en categorías de bueno, regular y malo;
- Las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales realizadas durante las distintas etapas de la forestación;
- En su caso, los volúmenes cosechados por superficie y especie, y
- La información adicional que el interesado considere conveniente proporcionar.

La presentación del informe podrá realizarse directamente en la Secretaría, o bien, hacerlo llegar por mensajería o correo certificado con acuse de recibo.

Esta ley señala que a la conclusión de la forestación con propósitos de producción comercial en terrenos agrícolas o pecuarios, y siempre que interesado haya realizado la actividad en los términos del aviso o de la autorización concedida, podrá reincorporar el terreno de que se trate a su utilización anterior, dando aviso por escrito a la Secretaría, dentro de los 30 días hábiles posteriores a la conclusión, con los siguientes datos:

- Nombre y denominación o razón social y domicilio fiscal del propietario o poseedor del predio o de quien tenga derecho a realizar la forestación;
- Número de oficio y fecha de autorización para realizar las forestaciones con propósitos productivos, o en su caso, fecha del acuse de recibo;
- Fecha de conclusión de la forestación;
- Destino a que se reincorpora el terreno después de haber concluido la forestación; y
- Nombre y firma del dueño o poseedor del predio.

9.4 Legislación ambiental

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetara la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Artículo 28, considera a las plantaciones como una actividad que causa desequilibrios ecológicos, por ello requiere previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta ley los interesados deberán presentar a la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que

podieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente (Artículo 30).

9.5 Estructura y organización del Gobierno Federal

De acuerdo a la Ley orgánica de la Administración Pública Federal, corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) la promoción de las plantaciones forestales, coordinadamente con algunas otras dependencias gubernamentales,

Así mismo, por sus competencias, tienen una participación fundamental en las plantaciones forestales, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de Reforma Agraria, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y los Gobiernos de los Estados.

Este es un factor que dificulta el avance de las plantaciones, en cuanto los usuarios requieren realizar trámites en varias ventanillas.

9.6 Programas de forestación y reforestación

Existen algunos programas que han sido diseñados para forestación o reforestación a nivel nacional o local, que aunque carecen de base jurídica que los sustenten, han contado con financiamiento suficiente para su ejecución y desde el punto de vista operativo y político, jugaron un papel importante durante el sexenio 1988-1994, y

actualmente aún lo juegan entre ellos se mencionan los siguientes:

Programa Nacional de Reforestación

El Programa Nacional de Reforestación (PRONARE) actualmente dependiente de la Subsecretaría de Recursos Naturales de la SEMARNAP se fundamentó en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. Actualmente es retomado dentro del Programa Forestal de Suelo 1995-2000 con una orientación preferentemente a la reforestación rural con especies nativas de alta calidad, cubriendo tres elementos fundamentales:

- Restaurar, recuperar y enriquecer terrenos degradados y masas forestales que hubieren sido perturbadas por desmontes, cambios de uso de suelo, plagas e incendios, y que guardan una prioridad social y ambiental estratégica.
- Promover proyectos productivos agroforestales que tengan como objetivo aumentar la base de ingresos presente y futura de comunidades rurales.
- Desarrollar plantaciones comerciales del sector social para promover el desarrollo comunitario en las regiones forestales del país.

Proyecto de Reforestación Urbana

El Proyecto de Reforestación Urbana, dependiente de la Comisión de Recursos Naturales (CORENA) del Departamento del Distrito Federal (DDF), que cuenta con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para la reforestación urbana y rural en esa entidad federativa.

Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN)

Este programa surge cuando el gobierno y la sociedad reconocen que el fomento de plantaciones forestales comerciales representa una magnífica oportunidad para promover el desarrollo económico sostenido y sustentable de vastas zonas del país, por lo que su instrumentación constituye una prioridad nacional (Programa Forestal y de Suelos 1995-2000).

El 23 de mayo de 1997, se suscribe el contrato del Fideicomiso de Plantaciones Forestales Comerciales. Este Fideicomiso tiene como objeto principal, otorgar los beneficios que aprueba el comité de operación, en favor de las personas físicas, sociedades, ejidos o comunidades que determina el mencionado comité en los procesos de licitación que para tales efectos se lleven a cabo (SEMARNAP, 1998).

Este Fideicomiso fue suscrito con Nacional Financiera SNC (NAFIN), misma que funge como fiduciaria, en este Fideicomiso la Secretaría de Hacienda y Crédito Público funge Fideicomitente único de la Administración Pública Centralizada; y la SEMARNAP como la responsable de las actividades de orden técnico y Administrativo inherentes a la Operación del PRODEPLAN. Este Fideicomiso sirve como vehículo financiero encargado de administrar los recursos del PRODEPLAN.

Sin embargo, aún con estas estrategias el problema no ha sido resuelto y como se ha señalado a nivel nacional e internacional, México sigue contando con una de las tasas de deforestación más altas del mundo, lo que lleva a pensar que este no es un problema que se pueda resolver con decretos y leyes, o ajustar de una u otra forma el régimen jurídico, sino que es necesario contar con una verdadera voluntad política y plantear eficientes

mecanismos para realizar una reforestación exitosa a nivel nacional.

9.7 Literatura Citada

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 1993. Reformas decretadas el 27 de enero de 1992. Ediciones Prisma. México. 75 p.

DEPARTAMENTO FORESTAL Y DE CAZA Y PESCA. 1938. Ley Forestal. Código Forestal de los Estados Unidos Mexicanos. México, 365 P.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 1994. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. 28 de diciembre de 1994. Primera sección. México. pp. 3.

HINOJOSA ORTÍZ, M. 1988 Análisis comentado a la Ley Forestal. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias. SARH. Cuernavaca, Morelos, México, 1988. 168 p.

LEYES Y CÓDIGOS DE MÉXICO. 1992. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Editorial Porrúa, S.A. Octava edición actualizada. México. 577 p.

LEYES Y CÓDIGOS DE MÉXICO. 1992. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Editorial Porrúa. 29 Edición. México. 1010 p.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA RECURSOS HIDRÁULICOS (SARH). Reglamento de la Ley Forestal. SARH. Dirección General Jurídica. México, 1994. 59 p.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS. 1993.

Dirección. Ley Forestal. General Jurídica. México. 64 p.

SECRETARÍA DE LA REFORMA AGRARIA. 1992. Ley Agraria. Berbera Editores, S.A. de C.V. México, 101 p.

SUBSECRETARÍA FORESTAL Y DE LA FAUNA. 1970. Ley Forestal. Código Forestal. México. 1384 p.

SUBSECRETARÍA FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE. Normatividad para forestación y reforestación. SARH. México, 1994. 10 p. y 4 anexos.

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE RECURSOS NATURALES Y PESCA (SEMARNAP). 1998. Plantaciones forestales comerciales en México. Documento informativo. 5 p.

SEMARNAP y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Delitos ambientales. 1ª. Edición. SEMARNAP. México, D.F. México. 244 p.

SEMARNAP. 1998. Ley Forestal y su reglamento. 1ª edición. SEMARNAP. México, D.F. México. 168 p.

SEMARNAP. 1996. Síntesis Ejecutiva del Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. 1ª edición. SEMARNAP. México, D.F.



INCENTIVOS PARA LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN MÉXICO



CAPÍTULO 10

INCENTIVOS PARA LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN MEXICO/¹

Juan Francisco Perera Lumbí/² y Miguel Ángel Musálem/³

10.1 Introducción

Se estima que en el mundo existen alrededor de 100 millones de hectáreas de plantaciones forestales comerciales. De estas, alrededor de la mitad son de crecimiento medio y bajo, y la otra mitad de crecimiento medio y alto. Asimismo, alrededor del 65% de las plantaciones son de coníferas y el 35% de especies latifoliadas (SEMARNAP, 1997).

Las principales plantaciones comerciales de coníferas se localizan en el sur de Estados Unidos, Brasil, Chile y Nueva Zelanda. Las plantaciones de latifoliadas, principalmente de eucalipto, se ubican en Brasil y Sudáfrica (SEMARNAP, 1997).

A diferencia de los bosques naturales de coníferas donde los ciclos de aprovechamiento fluctúan alrededor de los 100 años, en las plantaciones tropicales de rápido crecimiento, los ciclos de especies latifoliadas pueden ser de 5 a 10 años y las de coníferas varían de 15 a 20 años; mientras que en las plantaciones de zonas templadas las coníferas requieren de 20 a 35 años y las latifoliadas de 20 a 30 años.

Por otra parte, mientras la productividad por hectárea en bosques naturales del Norte es en promedio de un metro cúbico por año, en las plantaciones tropicales se han llegado a obtener incluso, crecimientos medios superiores a los 50 metros cúbicos por hectárea y por año.

A pesar de lo anterior, y de los beneficios esperados en el desarrollo de las plantaciones forestales para México, subsisten posiciones encontradas que de no resolverse seguirán deteniendo la iniciativa de comenzar esta nueva actividad en el sector forestal. Los avances en la aplicación de los incentivos se presentan a continuación.

Debido a su importancia y su influencia en la continuación del programa de incentivos y sus implicaciones políticas, al final del documento se incluyen algunos de los puntos de vista de los sectores involucrados, especialmente del sector social y del ambientalista, y algunos propios de la SEMARNAP recogidos durante la experiencia de aplicación del programa.

¹ El presente es una revisión sobre los Incentivos a las Plantaciones Forestales en México, como material de estudio del curso Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales del Programa de Postgrado de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Semestre de Primavera, Enero a Mayo de 1999.

² Alumno del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México

³ Ph. D. Silvicultura. Profesor de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Posición del Gobierno

El gobierno de México, ha investigado con ahínco las ventajas comparativas con que cuenta el país para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, que van desde: disponibilidad de tierra confiando en las reformas al marco jurídico agrario y sus leyes derivadas; clima y suelo, particularmente en el Sureste de México; posición geográfica por la cercanía con los principales mercados consumidores de productos forestales en el mundo; infraestructura: 58 mil kilómetros de carreteras, 4 mil de vías férreas y 48 puertos en el Sureste; desarrollo tecnológico, resultado de 20 años de investigación, y 42 paquetes tecnológicos (De Ita, 1997).

Las ventajas anteriores no bastan para el establecimiento y despegue de las plantaciones forestales comerciales en México, pues los inversionistas transnacionales aducen que la baja tasa interna de retorno, derivada del largo tiempo de maduración de estos proyectos (al menos 7 años), les impide generar un ingreso constante en el corto plazo que debe ser compensado con subsidios (De Ita, 1997).

En una economía globalizada en donde no sólo los países en desarrollo compiten por atraer inversión extranjera, sino hasta Estados Unidos diseñó nuevos bonos del tesoro, con altas tasas de interés y vencimientos a treinta años, el gobierno de México decidió utilizar las plantaciones forestales como un mecanismo idóneo de captación de inversión extranjera y además productiva, para lo cual debe ofrecer como atractivo fuertes subsidios, similares a los que otorgan otros países. La variable de la inversión extranjera, en una economía abierta como la que ahora es México, se

considera fundamental para medir la fortaleza de su desarrollo (De Ita, 1997).

Tal como menciona Luís Hernández, el defecto de la baja tasa interna de retorno, se convierte en virtud en la economía neoliberal, pues garantiza la permanencia de las inversiones por un tiempo siempre mayor al de la maduración del proyecto. La SEMARNAP ha calculado como promedio, para el caso de las plantaciones forestales comerciales, veinticinco años. Mediante este proyecto el gobierno tiene garantizada la permanencia de inversión productiva en plantaciones forestales -a manera de un plazo fijo en árboles- que aumentará las cuentas nacionales y fortalecerá la imagen de México en la economía internacional: dinero llama a dinero (De Ita, 1997).

Pero atraer esta inversión extranjera cuesta dinero al gobierno mexicano. El negocio será negocio, siempre y cuando lo desembolsado en subsidios sea menor a la inversión (menor a 1). La administración del Presidente Ernesto Zedillo decidió impulsar las plantaciones forestales comerciales ofreciendo un fuerte paquete de subsidios. En una superficie objetivo de 875 mil hectáreas, dará un subsidio directo hasta por el 65% de los costos de establecimiento y desarrollo de proyectos de plantaciones forestales por siete años, e incentivos fiscales como reducción del impuesto sobre la renta, al activo y al valor agregado, autofacturación y depreciación inmediata en maquinaria y equipo (De Ita, 1997).

SEMARNAP desglosó los beneficios económicos y fiscales que espera generarán las inversiones en plantaciones forestales a lo largo de 25 años: 30 500 millones de pesos en el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones y 65 000 millones de pesos, en industrias vinculadas a las plantaciones. Estima

SEMARNAP que desde el primer día de operación el proyecto, en las 875 000 hectáreas apoyadas, derivarán de las plantaciones ingresos fiscales anuales por 384 millones de pesos del ISR y el ISPT; y de la industria forestal vinculada a las plantaciones 6 787 millones de pesos del ISR, ISPT e IVA. Además de un ahorro o generación de divisas por 28 500 millones de pesos. SEMARNAP estima que todos estos beneficios económicos que reportará el establecimiento de 875 mil hectáreas de plantaciones forestales costarán al país sólo 3904 millones de pesos distribuidos a lo largo de 25 años. Si las cuentas de SEMARNAP resultan, es posible que, tal como ocurrió en Chile, el sector forestal se constituya a partir de este proyecto en una de las áreas de mayor importancia en la economía del país. (De Ita, 1997).

Reacción campesina

Algunas organizaciones campesinas y forestales, al conocer el de subsidios para plantaciones forestales se han preguntado por qué el gobierno mexicano no otorga el 65% de los costos a las organizaciones con el compromiso de su parte de aportar el restante 35% en trabajo y tierra y de obtener la producción proyectada (De Ita, 1997).

10.2 Los Incentivos en el mundo

En países con programas exitosos de reforestación como Brasil, Chile, Estados Unidos y Finlandia, incluyen incentivos directos e indirectos. Chile y Brasil son países en los cuales se han impulsado programa de incentivos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales con resultados ciertamente significativos (Cuadro 1) (SEMARNAP, 1997).

10.2.1 Los incentivos en Chile

El programa de apoyos otorgado por el Gobierno de Chile se fundamentó jurídicamente en el Decreto de Ley 701, publicado en 1974. El esquema chileno consistió en la bonificación de hasta el 75% de los costos de plantación y manejo para un período de 20 años. La bonificación se otorgó en función de tabuladores de costos que se publicaban año con año (SEMARNAP, 1997).

Este programa promovió el establecimiento de plantaciones forestales en terrenos de aptitud preferentemente forestal, siendo el instrumento normativo de aplicación y seguimiento, un plan de manejo que aprobara previamente la autoridad (SEMARNAP, 1997).

Como resultado de lo anterior, Chile ha experimentado un desarrollo forestal significativo; actualmente cuenta con casi 1.7 millones de hectáreas plantadas. Entre 1964 y 1994 la producción de celulosa creció 18.6 veces, la de madera aserrada 4.9, la de tableros 36.8 y la de productos de papel 3.6 veces. En sólo 18 años las exportaciones aumentaron 30 veces. En 1995 se obtuvieron ingresos mayores a los 2 300 millones de dólares en más de 400 productos forestales derivados. Actualmente el sector forestal contribuye con más del 3% del PIB y los productos forestales representan el 10% del valor de las exportaciones totales (SEMARNAP, 1997).

10.2.2 Los incentivos en Brasil

El Gobierno de Brasil impulsó un programa basado en incentivos fiscales y créditos de largo plazo a tasas blandas, cuyas características fueron que las empresas establecidas en el país podrían utilizar hasta el 50% de los fondos destinados al pago del impuesto sobre la renta, para invertirse en proyectos de

plantaciones (Cuadro 24). Estas inversiones serían 100% deducibles (SEMARNAP, 1997).

En Brasil, el programa inició en 1967 y concluyó en 1988 con los siguientes resultados: actualmente existen alrededor de 4 millones de hectáreas de plantaciones forestales comerciales, generando cerca de 700 mil empleos directos, un nivel de exportación equivalente al 8.5% de las exportaciones totales del país, y una participación del sector forestal en el PIB del 4%, con una aportación fiscal anual del sector que alcanza los 2 mil millones de dólares (SEMARNAP, 1997).

10.3 Los incentivos en México

10.3.1 Incentivo principal

En México, los incentivos orientados a las plantaciones forestales comerciales, están enmarcados en el programa de apoyo para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN) que tiene los siguientes objetivos y dimensiones:

- Apoyar en el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en una superficie objetivo de 875 000 hectáreas, otorgando incentivos directos, hasta por el 65% de los costos de establecimiento y desarrollo de proyectos de plantaciones forestales comerciales hasta por 7 años, que permitan inducir el pleno aprovechamiento de las ventajas que México ofrece en el sector (SEMARNAP, 1997).
- Otorgar 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 (SEMARNAP, 1997).

- Coadyuvar a una coordinación y ejecución efectiva del programa de plantaciones y de los incentivos a las mismas, por medio de una ventanilla única que será la SEMARNAP; y la constitución de un fideicomiso para administrar los recursos presupuestales destinados al programa de incentivos (SEMARNAP, 1997).
- Apoyar en el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en una superficie objetivo de 875 000 hectáreas, otorgando incentivos directos, hasta por el 65% de los costos de establecimiento y desarrollo de proyectos de plantaciones forestales comerciales hasta por 7 años, que permitan inducir el pleno aprovechamiento de las ventajas que México ofrece en el sector (SEMARNAP, 1997).
- Otorgar 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 (SEMARNAP, 1997).
- Coadyuvar a una coordinación y ejecución efectiva del programa de plantaciones y de los incentivos a las mismas, por medio de una ventanilla única que será la SEMARNAP; y la constitución de un fideicomiso para administrar los recursos presupuestales destinados al programa de incentivos (SEMARNAP, 1997).

10.3.2 Otros incentivos a las Plantaciones

10.3.2.1 Estímulos fiscales y apoyos directos (SEMARNAP, 1998)

Vigentes

Cuadro 24. Experiencias exitosas de plantaciones forestales comerciales en el mundo, impulsadas con incentivos.

País	Período del Programa	Apoyos Asignados	Logros
Chile	1974-1995	75% de los costos de establecimiento y mantenimiento – 170 millones de dólares.	1.2 millones de ha 3% de PIB 500 mil empleos
Brasil	1967-1988	75% de los costos de totales del proyecto – 900 millones de dólares.	6 millones de ha 4% del PIB 2.1 millones de empleos.
EUA	1974-1996(Continúa)	50-75% de los costos de totales del proyecto – 135 millones de dólares.	8 millones de ha 2% del PIB 2 millones de ha.
Finlandia	1970-1996	30% de los costos del proyecto -748 millones de dólares	2.08 millones de ha 35% del PIB 500 mil empleos

- Reducción desde un 25% hasta un 50% en los impuestos sobre la renta y al activo.
- Depreciación inmediata del 93% de la inversión en maquinaria y equipo.
- Acreditación de inversiones en bienes de activo fijo contra el impuesto al activo.
- No gravamen de los dividendos y las ganancias del capital.
- Tasa cero al impuesto al valor agregado (IVA) para los insumos de la actividad silvícola.
- Período de amortización de pérdidas hasta 10 años.

En trámite

- Diferimiento del pago del impuesto aplicable a los anticipos en aportación de tierras.

Autofacturación de erogaciones pagadas a personas del medio rural que no reúnan los requisitos de comprobación fiscal y que no

sean objeto de algún otro tipo de apoyo por parte del Gobierno Federal

- Diferimiento del pago del Impuesto al Activo hasta el momento en que perciban ingresos por la enajenación de los productos forestales.
- Facilidad administrativas para que las empresas que inviertan en las plantaciones forestales comerciales y tributen en régimen general del impuesto sobre la renta, puedan recibir los beneficios de la consolidación fiscal.

10.3.3 Financiamiento

Existen una serie de instancias que disponen de financiamiento para el desarrollo de proyectos de plantaciones forestales comerciales, las cuales se describen brevemente (SEMARNAP, 1997):

FIRA-Banco de México (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura), participa como banco de segundo piso

hasta con el 100% del financiamiento necesario, tanto en el desarrollo de la propia plantación como en la cosecha, industrialización y comercialización de los productos derivados de la misma. También financiará la formulación de proyectos de preinversión (SEMARNAP, 1997).

BANRURAL (Banco de Crédito Rural), opera como Banco de primer piso en apoyo a proyectos de plantaciones forestales hasta con el 100% del financiamiento requerido y prestará servicios complementarios de asistencia técnica e información de mercados (SEMARNAP, 1997).

NAFIN (Nacional Financiera), apoya los proyectos de cosecha de plantaciones y de modernización y ampliación de la infraestructura de transformación industrial con créditos a tasas preferenciales (SEMARNAP, 1997).

BANCOMEXT (Banco de Comercio Exterior), instrumenta un programa que incluye financiamiento y todos los servicios de información comercial, para posibilitar y eficientar la exportación de materias primas y productos finales provenientes de plantaciones forestales (SEMARNAP, 1997).

10.3.4 Capital de riesgo

FOCIR (Fondo de Capitalización e Inversión al Sector Rural), aporta capital de riesgo hasta por un 25% del capital contable de las empresas plantadoras forestales basadas en esquemas de asociación productiva a largo plazo (SEMARNAP, 1997).

FONAES (Fondo Nacional de Empresas en Solidaridad), aporta hasta el 35% de la inversión requerida para proyectos de plantaciones forestales del sector social, incluyendo su desarrollo, cosecha,

transformación industrial y la comercialización de los productos derivados (SEMARNAP, 1997).

10.3.5 Aseguramiento

AGROASEMEX (Aseguradora Mexicana), ha diseñado esquemas de aseguramiento adecuados a los proyectos de plantaciones forestales, ajustando las características de la protección a las necesidades específicas de cada proyecto, con la cobertura de las inversiones acumuladas desde el establecimiento de la plantación hasta el inicio de la etapa productiva (SEMARNAP, 1997).

10.4 Análisis de la aplicación del PRODEPLAN

10.4.1 Efecto esperado de los Apoyos

- Los apoyos a las plantaciones detonarán una dinámica de alta rentabilidad. Por cada hectárea plantada con apoyos, conservadoramente se estima se establecerá una hectárea adicional sin apoyo, lo que duplicaría los beneficios sociales y económicos (SEMARNAP, 1997).
- 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 (SEMARNAP, 1997).

10.4.2 Dimensión de los Apoyos Requeridos

- El monto de recursos presupuestales requeridos para desarrollar el programa de apoyos a las plantaciones forestales comerciales durante los 25 años de vigencia, equivale a \$3,904 millones de pesos de 1997, con un promedio anual de

\$156.2 millones de pesos (SEMARNAP, 1997).

- Los \$156.2 millones de pesos requeridos anualmente, serían equivalentes al 0.008% del PIB actual, al 1.7% de las participaciones federales a los estados del Sureste y al 1.4% de los apoyos vigentes para el desarrollo agropecuario (SEMARNAP, 1997).

10.4.3 Mecanismo para acceder a los incentivos

La SEMARNAP emite convocatorias para participar en la licitación en la que se asignan los apoyos a otorgar.

Es objeto de la licitación es asignar subsidios que se otorgan para apoyar el establecimiento y desarrollo de proyectos de plantaciones forestales comerciales hasta por 7 años, mediante un procedimiento de subasta, de conformidad con lo que se establezca en las bases de la licitación que al efecto se emiten (SEMARNAP, 1997).

Actividades previstas en PRODEPLAN para acceder a los subsidios (SEMARNAP, 1997)

- Entrega de bases de la licitación
- Recepción de solicitudes, proyectos y propuestas ambientales y económicas
- Verificación de solicitudes, proyectos y propuestas ambientales y económicas
- Calificación de propuestas ambientales
- Entrega de constancias de calificación
- Establecimiento de garantía de seriedad de propuestas económicas
- Sesión de preguntas y respuestas
- Acto de apertura de propuestas económicas y asignación de los subsidios
- Publicación del fallo de la licitación
- Suscripción de los documentos para el otorgamiento de los subsidios

10.4.4 Lineamientos emitidos por PRODEPLAN (SEMARNAP, 1998)

- Convocatoria para participar en la licitación en la que se asignan subsidios que se destinan a apoyar el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales comerciales.
- Bases de licitación para la asignación de subsidios que se destinan a apoyar el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales comerciales.
- Reglas de operación para el otorgamiento de subsidios del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (en el Cuadro 25 se presenta el marco de calificación numérica de los proyectos).
- Constitución del Fideicomiso de Plantaciones Forestales Comerciales en NAFIN el 23 de mayo de 1997.
- Integración del Comité de Operación por parte de las siguientes dependencias: SEMARNAP, SAGAR, SRA, SECFOFI y SECODAM.
- Operación de la primera licitación por 250 millones de pesos.

10.4.5 Del pago y la asignación de los subsidios

El pago de los subsidios será por beneficiario de acuerdo al fallo de la licitación y consistirá en un pago único por hectárea efectivamente plantada y que cumpla con las condiciones que se establecen en las reglas de operación. Dicho pago se indexará anualmente, de conformidad con el índice nacional de precios al productor que publique el Banco de México (SEMARNAP, 1997).

10.4.6 Forma de asignación de los subsidios (SEMARNAP, 1997)

- El Comité presentará el monto total de los subsidios a asignar en la Subasta y su respectiva distribución para cada categoría productiva.
- En todo caso, los montos solicitados de subsidios por hectárea, deberán ser inferiores al valor técnico de referencia.
- Los representantes de la Secretaría agruparán las propuestas económicas de los proyectos correspondientes a cada categoría productiva, las ordenarán conforme al monto solicitado de subsidios por hectárea y las enlistarán de menor a mayor cuantía.
- Con base en el ordenamiento señalado en la fracción anterior, el Comité asignará los subsidios de la forma que se indica en el Cuadro 25.
 - El primer ganador de la subasta será aquel cuyo monto solicitado de subsidios por hectárea represente la menor cuantía.

Sucesivamente y siempre que no se hayan agotado los recursos a subastar en cada categoría productiva, podrán ser ganadores los interesados cuyo monto solicitado de subsidios por hectárea represente un menor diferencial ascendente respecto al primer ganador.

10.4.7 Resultados generales de la primera licitación de subsidios (1997).

Según la Subsecretaría de Recursos (1999), los principales resultados del PRODEPLAN en 1997 son:

- Asignación de 143.7 millones a 17 proyectos para apoyar la plantación de 48 400 hectáreas en el periodo de 1997 a 2003 (Cuadros 26, 27, 28 y 29).
- Declinación de cinco proyectos (cuatro por equivocación en su propuesta económica y uno por inconformidad).

El presupuesto disponible para otorgar los incentivos para las plantaciones forestales comerciales se presentan en el Cuadro 30.

10.4.8 Problemática detectada en la Primer Convocatoria para acceder a incentivos del PRODEPLAN 1997

Según la SEMARNAP (1999), los principales problemas detectados por los entes involucrados son los siguientes:

- De los participantes en general
 - El procedimiento les pareció muy complicado.
 - El Valor Técnico de Referencia (VTR) fue bajo.
- De los proyectos beneficiarios
 - Lo tardío de la subasta ocasionó que varios proyectos solicitaran modificaciones a sus calendarios originales de plantación.
 - Dificultad para conseguir créditos o financiamiento para iniciar el proyecto.
 - Plazos de presentación de informes muy cortos.
 - El gobierno no comparte el riesgo (garantías y finanzas).
 - Que el costo del procedimiento de la verificación sea cubierto por el PRODEPLAN.
- De las organizaciones del sector social
 - Que los subsidios sólo se asignen a propietarios.
 - Que las asociaciones entre propietarios e inversionistas se restrinjan a participaciones con porcentajes determinados y/o contratos únicos.

Incentivos para las Plantaciones Forestales Comerciales en México

Cuadro 25. Marco de calificación numérico para acceder a incentivos

Criterios	Celulósicos	Maderables
Tamaño del proyecto	Mayores a 5000 ha	Entre 100 y 500 ha
Zonificación por potencial	Potencial alto	Potencial alto
Personalidad jurídica	Asociación	Propietario
Productividad	Turnos menores de 8 años	Turnos menores de 20 años
Abasto de planta	Viveros de alta producción	NA
Infraestructura	Desarrollo alto	NA
Especie	NA	Nativas preciosas
Area de conservación	Mayor del 20%	Mayor del 20%
Desarrollo tecnológico	Investigación y monitoreo	NA
Región prioritaria	NA	Dentro
Programas de desarrollo regional	NA	Participantes

Fuente: SEMARNAP (1999).

NA: No se aplica

Cuadro 26. Presupuesto disponible para el incentivo de plantaciones forestales comerciales en 1999 (SEMARNAP, 1999)

Descripción	Millones de pesos
Remanente de la licitación de 1997	106
Interés del remanente de 1997	34
Asignación presupuestal de 1998	60
Asignación presupuestal de 1999	52
Presupuesto de operación propuesto para PRODEPLAN (Nivel Central y Delegaciones)	2
Total	152

Propuesta de distribución por categoría productiva	Millones de Pesos
Proyectos de plantaciones de árboles forestales destinados a la obtención de productos y materias. Obtención de productos y materias primas celulósicas (60%)	150
Proyectos de plantaciones de árboles forestales destinados a la obtención de otros productos y materias primas forestales maderables (40%)	100
Total	250

Incentivos para las Plantaciones Forestales Comerciales en México

Cuadro 27. Resumen de las superficies programadas y plantadas de los proyectos beneficiarios con incentivos del PRODEPLAN, período 1997-2003 aprobadas en 1997.

Categoría	Calendario	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Materias primas celulósicas	Programado	342.0	3833.0	5000.0	5500.0	5500.0	5500.0	5637.0	31 312.0
	Plantado	342.0	2374.0						2716.0
Otras materias primas forestales maderables	Programado	1058.5	2393.5	3097.5	3036.5	2540.5	2142.0	2312.0	16 580.5
	Plantado	1058.5	1127.0						2185.5
Total de las dos categorías	Programado	1400.5	6226.5	8097.5	8536.5	8040.5	7642.0	7949.0	47 892.5
	Plantado	1400.5	3501.0						4901.5

Fuente: Subsecretaría de Recursos Naturales (1999).

Notas: Las diferencias entre programados y plantados en 1998, se deben a que un proyecto está solicitando modificación de calendario y otros continúan plantando la superficie faltante en la temporada de 1998.

Cuadro 28. Calendarios de plantación, modificaciones y avances de los proyectos beneficiarios con incentivos en 1997.

Proyecto	Calendario	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Plantaciones de Tehuantepec, S.A. de C.V.	Inicial	-----	706.0	2042.0	1891.0	1891.0	1891.0	1891.0	10 312.0
	Modificado	-----	175.0	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0	2137.0	10 312.0
	Plantado	-----	175.0						175.0
Planafosur, Soc. de R.L. de C.V.	Inicial	342.0	3658.0	3000.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	21 000.0
	Plantado	342.0	2199.0						2541.0
Subtotal	Plantado	342.0	2374.0						2716.0
	Programado	342.0	2833.0	5000.0	5500.0	5500.0	5500.0	5637.0	31 312.0

Fuente: Subsecretaría de Recursos Naturales (1999).

Incentivos para las Plantaciones Forestales Comerciales en México

Cuadro 29. Calendarios de plantación, modificaciones y avances de los proyectos beneficiarios con incentivos aprobados en 1997. Otras materias primas y forestales maderables.

Proyecto	Calendario	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Plantaciones de Tehuantepec, S. A. de C. V. 312.0	Inicial	----	706.0	2042.0	1891.0	1891.0	1891.0	1891.0	10312.0
	Modificado	----	175.0	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0	2137.0	
	Plantado	----	175.0	----	-----	-----	-----	-----	175.0
Plantaciones de Hule de Palenque, S.A. de C.V.	Inicial	1200.0	600.0	----	-----	-----	-----	-----	1800.0
	Modificado	600.0	1200.0	----	-----	-----	-----	-----	1800.0
	Plantado	600.0	600.0	----	-----	-----	-----	-----	1200.0
Ejido El Balcón	Inicial	4.5	65.0	70.5	61.0	61.0	42.0	75.0	379.0
	Modificado	----	10.0	94.5	96.5	61.0	42.0	75.0	379.0
	Plantado	----	10.0	----	-----	-----	-----	-----	10.0
Ecoteca de La Bahía, S. de P.R. de R.L.	Inicial	40.5	----	----	-----	-----	-----	-----	40.5
	Plantado	40.5	----	----	-----	-----	-----	-----	40.5
Reforesta Mexicana, S.A. de C.V.	Inicial	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	700.0
	Plantado	100.0	100.0	----	-----	-----	-----	-----	200.0
Unión de Silvicultores de la Región de Escárcega, S. de P.R. de R.L.	Inicial	295.5	555.0	454.0	298.0	216.5	-----	-----	1819.0
	Modificado	108.0	750.5	449.0	286.0	225.5	-----	-----	1819.0
	Plantado	108.0	150.0	----	-----	-----	-----	-----	258.0
Productores Agropecuarios de Haro, S. de P.R. de R.L.	Inicial	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	-----	-----	520.0
	Modificado	100.0	108.0	104.0	104.0	104.0	-----	-----	520.0
	Plantado	100.0	42.0	----	-----	-----	-----	-----	142.0
Pro Cruz de Oro, S. de P.R. de R.L.	Inicial	----	200.0	200.0	300.0	-----	-----	-----	700.0
	Modificado	----	-----	300.0	400.0	-----	-----	-----	700.0
Clemente Ramírez Vargas	Inicial	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	-----	-----	250.0
	Modificado	50.0	50.0	----	-----	-----	-----	-----	100.0
Ejido Tecocomulco Tres Cabezas	Inicial	60.0	----	-----	-----	-----	-----	-----	60.0
	Modificado	60.0	----	-----	-----	-----	-----	-----	60.0
Subtotal	Plantado	1058.5	1127.0						2185.5
	Programado	1058.5	2393.5	3097.5	3036.5	2540.5	2142.0	2312.0	16580.5

Fuente: Subsecretaría de Recursos Naturales (1999).

Incentivos para las Plantaciones Forestales Comerciales en México

Cuadro 30. Resultados de la licitación de incentivos de PRODEPLAN por sector de propiedad aprobados en 1997.

			Sector productivo	No. De proyectos	Superficie (ha)	Estados	Monto (\$)
Materias celulósicos	primas	Social	0	0			0
		Privado	2	31 312	Tabasco y Veracruz (1) Oaxaca y Veracruz (1)	96356145	
Total			2	31 312	2	96 356 145	
Otras Materias Primas Maderables Forestales		Social	7	3 768	Campeche (3) Nayarit (1) Guerrero (1) Hidalgo (1) Chiapas (1)	13 281 497	
		Privado	3	12 812	Chiapas (1) Veracruz (1) Oaxaca y Veracruz (1)	33 973 545	
Total			10	16 580	7	46 255 942	

Fuente: Subsecretaría de Recursos Naturales (1999).

- Que los subsidios a la categoría de otras materias primas maderables se otorguen por asignación directa.
- Que se limite el monto y la superficie por proyecto y que se aumente el subsidio por hectárea plantada del sector privado
- Que el subsidio se asigne con retroactividad a las plantaciones establecidas en la temporada anterior a la de la convocatoria.
- Que los proyectos se califiquen más estrictamente desde el punto de vista técnico y ambiental.
- Que la distribución del subsidio se haga por asignación directa.
- Que si la distribución se hace por subasta, el remanente se asigne directamente a otros proyectos viables.
- Que se complemente el paquete de otros estímulos fiscales.
- Problemas planteados por otros sectores
 - El problema central con los subsidios, que no hay que confundir con la ley forestal, es que parten de algunos presupuestos falsos. Por ejemplo, se dice que la forestación detendrá el avance de la destrucción de los bosques naturales al haber más madera. Esto es parcialmente cierto. La madera proveniente de plantaciones

se irá por un tiempo a Estados Unidos, a plantas productoras de papel o a las que en un futuro se establecerán en México. Sin embargo, esta madera no corresponde a los mismos mercados que absorben la que viene de las zonas forestales y en éstas es la falta de manejo lo que, sobre todo, provoca la deforestación. Para el programa de desarrollo forestal, es decir para el manejo (sustentable) del bosque natural, sólo se aprobaron 24 millones de pesos para subsidios, contra 250 millones en el programa de plantaciones. En este último serán 190 millones para las plantaciones para celulósicos y 60 millones para las otras. Es en este rubro donde podrían caber las pequeñas plantaciones de los campesinos, puesto que ellos no manejan complejos silvícolas e industriales. En los últimos años, los campesinos que establecieron plantaciones forestales maderables lo hicieron con créditos de FIRA. Se entiende que podrán concursar para recibir subsidios para recuperar hasta 65% de la inversión realizada hasta ahora los que tienen plantaciones mayores a 25 hectáreas. Los que plantan menos de 25 ha deben pagar créditos (Paré y Madrid, 1997).

- La filosofía de SEMARNAP plasmada en su documento de mayo 1996 plantea que: “Con el fin de evitar la posible competencia entre ambas actividades (el manejo del bosque nativo y las plantaciones) es necesario apoyar equitativamente los dos procesos; de lo contrario, las inconformidades podrían inhibir el desarrollo sustentable de la actividad forestal en México” (SEMARNAP, mayo 1996). En abril 1997 este reparto equitativo se tradujo en \$190 millones para la plantación de celulósicos y 60 millones para la obtención de otros

productos y materias primas forestales. El problema con este arreglo es que, a pesar de que se apartaron 60 de los 190 millones de pesos para pequeños productores, mientras las grandes empresas llevan meses preparándose para la subasta, la mayoría de los pequeños productores no dispone de la información siquiera y mucho menos de los medios para preparar sus propuestas y, en los hechos, ellos seguirán reforestando con recursos y esfuerzos propios o con créditos de FIRA mientras las grandes empresas multinacionales, recibirán subsidios provenientes de recursos fiscales de México (Paré, 1997).

10.4.9 Inquietudes y Propuestas

- Existe la inquietud por parte de algunos actores y observadores que PRODEPLAN vaya a transformarse en solo una fuente de aprovechamiento de empresas de fuera del país y por lo mismo, los beneficios nacionales serían limitados, en términos del ingreso económico y fiscal, de creación de empleos y hasta ecológicos y ambientales, a cambio de una inversión del gobierno muy significativa (Veruette Fuentes, 1998).
- El PRODEPLAN debiera considerar dos alternativas de financiamiento, una dedicada a los grandes proyectos con economías de escala que los hacen rentables y otra dedicada a pequeños proyectos (quizás de menos de 50 hectáreas) que permitan la participación de ejidatarios y propietarios rurales (Montúfar, 1998).
- Bajo las condiciones actuales, solo pueden acceder a los beneficios del PRODEPLAN las empresas con capacidad técnica y financiera y aquellos ejidos y propietarios rurales con algún grado de desarrollo empresarial, mientras

que la mayoría de las comunidades quedan fuera del proceso (Montufar, 1998).

- Es triste y lamentable que en México no existan los apoyos necesarios para el desarrollo de plantaciones comerciales, con sistemas agroforestales como existen en otros países, incluso de América Latina, como en Chile que cuentan con créditos blandos de tasa 0, e incentivos fiscales de un 75%, o como en Guatemala que los incentivos fiscales son del 100%, o como en Costa Rica que cuentan con una gama de apoyos, pues ellos tienen incentivos fiscales del 75%, créditos blandos y el pago del bono forestal por adelantado, esto es que otorgan recursos económicos para plantar anticipadamente (Paz Ornelas, 1998).
- El PRODEPLAN debe ser reformado, de tal manera que sea sencillo acceder a él y no por concurso como actualmente está diseñado, ya que de ser así continuará sin poder llegar a los pequeños propietarios, que son actualmente los que han sido los pioneros de las plantaciones con primaveras, y quienes no han tenido ningún apoyo institucional como actualmente lo tienen por parte del FONAES/SEDESOL, otros grupos (Paz Ornelas, 1998).
- Que se revise el mecanismo de asignación de estímulos del Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) para que tengan un máximo desarrollo las plantaciones y su impacto en la producción maderable regional, tanto en el sector industrial como en los propietarios de los terrenos (Comisión de Bosques y Selvas de la Cámara de Diputados, 1998).
- Que se revise el mecanismo actual de subasta pública y precio técnico de referencia del PRODEPLAN (Comisión de Bosques y Selva de la Cámara de Diputados, 1998).
- En cada región donde se haya establecido o esté por establecerse una empresa de plantaciones forestales, debe abrirse una convocatoria para estímulos a actividades de reforestación, silvícolas, agroforestales o de aprovechamiento del bosque. La convocatoria debe ir acompañada de ofrecimientos tecnológicos precisos que incluyan beneficios económicos estimados en cada caso. Las solicitudes deberán ser analizadas y dictaminadas por los respectivos consejos consultivos forestales o por comisiones nombradas por éstos. Dada la escasez de recursos para el campo, en una región determinada el subsidio a una sola empresa no podrá representar más del 20% del total de subsidios disponibles para la totalidad de las unidades de producción que los soliciten (Paré, 1997).
- Los subsidios a las empresas deben ser fundamentalmente un subsidio a la fuerza de trabajo local, por lo que debe privilegiarse la absorción de mano de obra ahorrativa de este insumo. Por ejemplo, debería darse preferencia al control de malezas con cultivos de cobertura y chapeo, como alternativa al uso de herbicidas (Paré, 1997).

10.5 Conclusiones

- Es indudable el impacto benéfico en el desarrollo forestal que los incentivos han tenido en otros países donde se han aplicado.
- La aplicación de los incentivos a las plantaciones forestales comerciales en México ha tenido un comienzo desafortunado. Han existido opiniones y reacciones encontradas de diversos grupos del sector forestal.
- Se reconoce en México las ventajas del incentivo que se recomienda implementar.

- De requiere mayor información a todos los niveles para asegurar la comprensión cabal y la ubicación y los grupos beneficiarios del incentivo.

10.6 Literatura citada

COMISION DE BOSQUES Y SELVA DE LA CAMARA DE DIPUTADOS. Evaluación de las actuales políticas públicas en materia forestal. *In* Foro Nacional sobre políticas públicas, programas y presupuesto para el Sector Forestal en México. Memoria. Cámara de Diputados. México, D. F. pp.

CUANALO DE LA CERDA, J. 1995. Estímulos fiscales para el establecimiento de plantaciones forestales. *In* Memoria del simposio sobre reforestación comercial. INIFAP. México, D. F. pp. 241-248.

DE ITA de A.. 1997. Política forestal: entre el bosque natural y las plantaciones forestales comerciales. *In* Bosques y Plantaciones Forestales. Federación Editorial Mexicana, S. A. de C. V. Cuadernos Agrarios Nueva Época, Año 6, Num. 14. pp. 83-98.

MONTUFAR BAILON, M. E. 1998. Evaluación de las actuales políticas públicas en materia forestal. *In* Foro Nacional sobre políticas públicas, programas y presupuesto para el Sector Forestal en México. Memoria. Cámara de Diputados. México, D. F. pp. 47-52.

PARÉ, L.; MADRID, S. 1997. Las modificaciones a la Ley Forestal ¿solamente apoyos y subsidios a plantadores forestales transnacionales?. *In* Bosques y Plantaciones Forestales. Federación Editorial Mexicana, S. A. de C. V. Cuadernos Agrarios Nueva Época, Año 6, Num. 14. pp. 11-15

PARÉ, L. 1997. Las plantaciones forestales de eucalipto en el sureste de México ¿una prioridad nacional?. *In* Bosques y Plantaciones Forestales. Federación Editorial Mexicana, S. A. de C. V. Cuadernos Agrarios Nueva Época, Año 6, Num. 14. pp. 41-62.

PAZ ORNELAS, H. 1998. Evaluación de las actuales políticas públicas en materia forestal. *In* Foro Nacional sobre políticas públicas, programas y presupuesto para el Sector Forestal en México. Memoria. Cámara de Diputados. México, D. F. pp. 87-90.

SEMARNAP. 1997. Programa de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN). SEMARNAP. México, D. F. 20 p.

SEMARNAP. 1998. Programa forestal y de suelos 1995-2000. Resultados 1996-1997. SEMARNAP. México, D. F. pp. 25-29.

SEMARNAP. 1998. Programa de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN). SEMARNAP. México, D. F. pp. 4-11.

SEMARNAP. 1999. Programa de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN). Avances y propuesta para 1999. SEMARNAP. México, D. F. 25 p.

VERUETTE FUENTES, J. 1998. Evaluación de las actuales políticas públicas en materia forestal. *In* Foro Nacional sobre políticas públicas, programas y presupuesto para el Sector Forestal en México. Memoria. Cámara de Diputados. México, D. F. pp. 7-16.



APROVECHAMIENTO DE LAS PLANTACIONES COMERCIALES



CAPITULO 11

APROVECHAMIENTO DE LAS PLANTACIONES COMERCIALES

Luís M. Valenzuela Núñez² y Miguel Ángel Musálem³

11.1 Introducción

El aprovechamiento de una plantación forestal puede definirse como el conjunto de actividades operativas cuyo objetivo final es abastecer de materia prima a una industria ya establecida o por establecer. En la presente revisión se pretende analizar de manera breve las operaciones de aprovechamiento que se pueden aplicar con mayor éxito, dependiendo de las características de la plantación, iniciando desde el establecimiento de la red de caminos hasta la llegada de la materia prima a la industria.

11.2 Aprovechamiento en bosque natural y plantaciones forestales comerciales

En un bosque la distribución, el volumen individual y la densidad de la masa arbolada, así como la accidentabilidad del terreno juegan un papel de radical importancia en la selección del sistema de abastecimiento a aplicar; en éste caso son las condiciones del bosque las que en primera instancia determinan el volumen efectivo y el tipo y calidad de productos a obtener y como consecuencia, el tipo y tamaño de la industria que podrá abastecerse gracias a éste aprovechamiento. Sólo a largo plazo el manejo de la masa arbolada puede incrementar la capacidad productiva del bosque cualitativa y cuantitativamente. Por otra parte existe la restricción político-ambiental en cuanto a que durante el aprovechamiento de un

bosque sólo se extraen algunos árboles por cada hectárea intervenida, normalmente la intensidad máxima de corta no excede el 30%. En una plantación comercial, por el contrario, es común la extracción de la totalidad de los árboles que existen en el área de corta, por lo cual desde el momento en que es establecida debe ya tenerse una idea clara del sistema o combinación de sistemas que deberán emplearse en la cosecha, puesto que las plantaciones siempre se planifican y establecen de acuerdo a las demandas del mercado.

La creación de una masa arbolada usando individuos de características muy similares, establecidos a distancias equivalentes, que pueden cortarse al mismo tiempo, y en superficies más o menos compactas constituye de entrada, una ventaja para el planificador debido a que esto simplifica la selección de técnicas y tecnologías o equipos a emplear desde el establecimiento hasta la cosecha de la plantación. Sin embargo, en una plantación los errores de planeación resultan a largo plazo más notorios y costosos que en el bosque natural, en el cual los métodos y equipos pueden ser adaptados a las diferentes condiciones que se presentan. A pesar de esto, los errores de planeación en las plantaciones resultan a largo plazo más notorios y costosos que en un bosque natural, en el cual los métodos y equipos pueden ser adaptados a las diferentes condiciones que se presentan.

² Alumno del Programa de Maestría en Ciencias Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México

³ Ph. D. Silvicultura. Profesor de Silvicultura de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

11.3 Sistemas y diseños de aprovechamiento

La planificación de cosecha consiste en programas estratégicos, tácticos y operativos de las empresas, para asegurar el abastecimiento a la industria establecida. La planificación estratégica son decisiones básicas a largo plazo, con un horizonte de planificación macro que normalmente es de diez años. La planificación táctica consiste en una planificación y programación de actividades a mediano plazo, normalmente de cinco años. La planificación operativa es una programación de actividades detallada con un horizonte de planificación de un año y está en estricta relación y concordancia con la planificación táctica y estratégica de la empresa. La planificación operativa se actualiza cada año y la planificación táctica y estratégica cada dos años. La planificación táctica define básicamente los volúmenes a extraer, los rodales en los cuales extraer dicho volumen y los bosques que van a ser cosechados durante los períodos de seca o de temporal y los resultados financieros y económicos del ejercicio.

11.4 Planificación operativa

La planificación operativa consiste básicamente en lo siguiente:

Diseño y construcción de caminos

Se definen los caminos permanentes y temporales, la construcción de ellos, movimientos de tierra, pendiente, costos, radios de curva, entre otros aspectos. Es importante considerar los aspectos de impacto ambiental que se pueden generar con la construcción de caminos y plantear soluciones. Se debe tener especial cuidado en taludes, escurrimientos y evacuación de las aguas de lluvia. En el momento de la cosecha es norma básica que ningún

camino tenga restos de explotación u obstáculos para el paso. Las especificaciones, la densidad y distribución de la red de caminos son especialmente importantes debido a que influirán fuertemente en el método de arrime a emplear. Existen tres diseños básicos de las redes camineras que pueden establecerse en las plantaciones forestales comerciales.

El diseño en "espina de pescado" se utiliza en áreas muy accidentadas, mientras que los diseños geométricos se aplican en terrenos más o menos planos. La distribución geométrica regular 1 se emplea en plantaciones no ligadas directamente a una industria forestal o que fueron desarrolladas para una industria en funcionamiento, mientras que la distribución geométrica regular 2 se aplica cuando la industria se establece con posterioridad al desarrollo de la plantación. Desde el punto de vista operativo se deben considerar las siguientes etapas:

• Planificación

- Ubicación en el plano (diseño) y determinación de longitudes requeridas para cada tipo o clase de camino.
- Determinación del equipo y maquinaria a emplear en la apertura.
- Determinación del costo unitario de apertura, mantenimiento y/o rehabilitación en \$/km.

• Operación

- Trazo de campo (brújula, balizas, clinómetro, altímetro y cinta topográfica)
- Apertura y conformación (tractor sobre orugas tipo "angledozer" o retroexcavadora)
- Cuneteo (motoniveladora)
- Alcantarillado (tablones o tubo galvanizado)
- Revestido (camiones tipo volquete y motoniveladora)

- Bacheo o rastreo (camiones tipo volquete y motoniveladora)

La apertura de caminos forestales generalmente se realiza con maquinaria, aunque en terrenos poco accidentados es posible el empleo de mano de obra. La maquinaria más común para la construcción de los caminos es el tractor sobre orugas o carriles tipo "angledozer" y la retroexcavadora hidráulica. Para el caso de mantenimiento de caminos generalmente se emplea la motoconformadora o motoniveladora, cuya versatilidad de aplicación le permite ser utilizada con diversas finalidades: construir o reconstruir cunetas, rastrear o nivelar la superficie del camino y extender el material de revestimiento.

11.4.1 Canchas de acopio o cargadero

Son áreas adjuntas a los caminos previamente planificadas y destinadas al acopio de madera para ser cargada y transportada a la industria, el tamaño aproximadamente es de 25 x 60 m.

11.4.1.1 Vías de saca

Las vías de saca son áreas internas del bosque no balastreadas cuyo objetivo es el madereo o arrastre de los árboles cosechados. Una planificación operativa debe contener al menos la siguiente información:

- Superficie total a intervenir.
- Productos a obtener.
- Especificación de los productos: largo y diámetro de troza.
- Observaciones especiales del producto.
- Características del bosque tales como rodal, superficie, pendiente en medio del terreno, DAP medio del árbol, altura media del rodal, número de árboles por ha, volumen aserrable en m³ por

hectárea, calidad 1, 2 y 3, volumen pulpable, leña u otros productos definidos con anterioridad.

Todo plan de cosecha forestal operativo debe obligatoriamente tener un plano predial a escala 1:10 000 donde se especifiquen claramente los caminos, las canchas, las vías de saca, los volúmenes que van a transitar por tipo de caminos, la extracción diaria, extracción mensual y la extracción anual.

11.5 Extracción

Las operaciones de aprovechamiento se inician en el momento en que se derriba el arbolado en el área de corta que corresponde de acuerdo al ciclo de producción seleccionado. Dependiendo del diámetro y la longitud de los productos a obtener se pueden emplear métodos manuales (sierras) o mecanizados (motosierras).

La cosecha en las plantaciones forestales se da en forma masiva (matarrasa) y dado que el volumen que se extrae por cada ha es alto (175 a 250 m³), se justifica el empleo de maquinaria automatizada altamente sofisticada cuya única limitante es la condición topográfica del terreno. Existe una gran variedad de máquinas automatizadas como son: cortadoras-desramadoras-trozadoras, procesadores que desraman, trocean y apilan, tractores de carga suspendida con grúa de autocarga, etc. Todas ellas se caracterizan por su alto costo de adquisición (250 a 500 USD) y por su alta productividad (300 – 500 metros cúbicos por turno de 16 horas de trabajo). Estas máquinas fueron inicialmente diseñadas para los países cuyos costos de mano de obra son muy elevados.

Una vez concluida la elaboración de productos, que consiste en el derribo,

desrame, troceo y ocasionalmente en el descortezado de la trocería, se inicia la fase de arrime que consiste en el traslado de los productos del lugar de derribo a la orilla del camino. La variedad de métodos y de equipos que se utilizan es prácticamente ilimitada pudiendo combinarse, inclusive, diferentes opciones para un mismo proyecto. Pueden utilizarse tractores agrícolas equipados con remolque o si los productos son de dimensiones mayores se puede recurrir a tractores forestales también llamados tractores articulados, tractores de carga suspendida con grúa de autocarga o inclusive al uso de cables aéreos para el traslado de cargas en forma suspendida.

11.6 Transporte

El transporte es un aspecto de especial relevancia, mientras que en el caso de bosques y selvas representa la mayor parte (aproximadamente un 60%) de los costos de abastecimiento de materia prima a la industria forestal, en el caso de las plantaciones su participación en el costo final se reduce al 40%, pero sin embargo, sigue siendo el concepto más alto.

Lo ideal es utilizar vehículos con la mayor capacidad de carga posible (20 – 30 toneladas) tomando en cuenta que los caminos deben ser de altas especificaciones y que además requieren un mantenimiento constante. El tiempo de transporte depende también de la distancia y de las condiciones de los caminos. El aprovechamiento de plantaciones llega a ser entre 10 y 20 veces más barata que el de bosques naturales, ya que además de obtenerse un volumen mucho mayor por ha existe la opción de ubicar la plantación cerca de donde ya exista una industria forestal, o mejor aún de establecer la industria forestal dentro de la propia plantación comercial reduciendo el costo de transporte.

11.7 Abastecimiento

Existen tres sistemas de abastecimiento de productos forestales maderables, los criterios básicos de selección de los equipos que se utilizan en los bosques naturales son similares a los que se emplean para el caso de una plantación forestal comercial, los factores que deben tomarse en cuenta son los siguientes:

- Condiciones fisiográficas (accidentabilidad del terreno, pendientes y tipo de suelo).
- Condiciones climáticas (precipitación).
- Dimensiones de los productos.
- Volumen a cosechar por hectárea.
- Disponibilidad de tecnología.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Situación socioeconómica regional.

Para el caso de México las experiencias que existen en materia de abastecimiento forestal son prácticamente inexistentes, ya que el establecimiento de plantaciones es reciente y aún no se cuenta con plantaciones maduras; se espera que la primera cosecha formal de plantaciones se inicie en 2001-2002. Se tiene documentado un aprovechamiento para el caso de La Sabana, el cual consistió en una plantación de *Pinus caribaea* de alrededor de 8 mil ha de las cuales sólo se han aprovechado alrededor de mil; se extrajo una trocería de unos 25 cm de diámetro y de 2.62 m de longitud utilizando el derribo con motosierra en forma direccional inducida, el arrime se realizó con motogrúa, la carga se efectuó de forma manual transportándose los productos en camiones de uso general de 10 ton de capacidad de brecha a patio de concentración, de ahí a la industria se transportó en tractocamión con capacidad de 30 ton y en vehículos tipo “torton” con capacidad de 18 ton, utilizando para la descarga y la recarga una grúa montada sobre un tractor agrícola.

Para México, de acuerdo a las condiciones fisiográficas de las áreas donde se ubican las plantaciones hasta ahora existentes, a las dimensiones del arbolado a cosechar y a la tecnología disponible, se recomienda utilizar los siguientes sistemas y equipos que se muestran en el Cuadro 31.

11.8 Plantaciones con especies de rápido crecimiento (turno 5-10 años)

Este tipo de plantaciones se establecen en terrenos más o menos planos con algunas zonas de suelos inundables en climas cálido-húmedos, los árboles a cosechar son de dimensiones del orden de 20 a 30 cm de DAP y 20 – 25 m de altura y se destinan a la industria de tableros aglomerados (turno 10 años). En éste caso se recomienda el derribo con motosierras pequeñas en forma direccional para alinear los árboles derribados en forma paralela y en sentido opuesto a la dirección de arrime, para posteriormente desramar y trocear a longitudes de 8 pies, apilando los productos para trasladarlos con el uso de tractores agrícolas a los cuales se les pueden acoplar uno o dos remolques o simplemente un

malacate, en este caso la carga debe ser manual.

Para la carga de camiones se recomienda el uso de cargadores frontales sobre ruedas, el transporte podrá ser con el uso de camiones tipo “torton”, con capacidad de 18 ton, sin caja, pero con postes para sostener las trozas. Si los productos se van a trasladar fuera del área geográfica donde se ubica la plantación, deberán reembarcarse por ferrocarril. Para superficies de cosecha anual mayores a 1 000 ha se considera justificable el uso de maquinaria automatizada para la operación de corta.

11.9 Plantaciones con especies de lento crecimiento (turno 20 – 30 años)

Este tipo de plantaciones se establece en terrenos desde más o menos planos hasta accidentados en climas cálido-húmedos a templados, los árboles a cosechar son de dimensiones variables por efecto de la replantación (35 a 60 cm de DAP y 20 a 35 cm de altura) y se destinan a la industria del aserrío (turno 20 años) y de tableros contrachapados (turno 30 años).

Cuadro 31. Sistemas de abastecimiento de productos forestales maderables

Sistema	Ámbito de aplicación	Nivel de mecanización	Nivel de inversión
Árbol completo o fuste completo	Áreas forestales manejadas por silvicultura intensiva (matarrasa) o plantaciones comerciales (volúmenes a extraer mayores a 200 m ³ /ha)	Alto	Alto
Trocería de largas dimensiones de 16 pies en adelante (más de 5.30 m)	Áreas forestales manejadas por silvicultura semi-intensiva (árboles padres) y selección o plantaciones comerciales (volúmenes a extraer de 10 a 200 m ³ /ha)	Intermedio	Intermedio
Trocería de cortas dimensiones de 8-16 pies de 2.60 a 5.30 m y leña en raja de 2 y 4 pies	Áreas forestales manejadas por selección o plantaciones comerciales (volúmenes a extraer de 1 a 200 m ³ /ha)	Bajo	Bajo

En éste caso, los árboles pueden ser derribados de una manera un tanto selectiva, extrayendo inicialmente los de dimensiones mayores, por lo que la cosecha total de un área de corta determinada pudiera prolongarse hasta dos o tres años. Se recomienda el derribo con motosierras medianas en forma direccional para evitar daños al arbolado residual o en su defecto, facilitar el arrime para posteriormente desramar y trocear a longitudes de 8 pies; el arrime se realizaría sobre el terreno con el uso de tractores agrícolas equipados con malacate o con el uso de motogrúas (si la superficie anual a cosechar es mayor a 100 ha puede justificarse el uso de cable aéreo).

Para el transporte pueden utilizarse tractocamiones con capacidad de 30 ton o en su defecto, vehículos de tipo “torton” sin caja sosteniendo la carga con cadenas. Para superficies de cosecha anual mayores a 500 ha se considera justificable el empleo de maquinaria automatizada para la operación de corta.

11.10 Impactos al suelo

Aunque los sistemas de aprovechamiento cuyos productos son fustes o árboles completos pueden optimizar el rendimiento y disminuir al mismo tiempo el costo unitario, pueden ser de alto impacto al suelo. La reducción o minimización de los impactos ambientales es un aspecto importante en el aprovechamiento de plantaciones, en éste caso el principal recurso a proteger es el suelo a fin de mantener la capacidad productiva del mismo y estar en condiciones de dar continuidad al proyecto en forma indefinida. Se cree que tiene más impacto el aprovechamiento de una plantación que el de un bosque natural, lo cierto es que el manejo de grandes volúmenes de trocería puede generar mayores impactos al suelo.

Para reducir los impactos al suelo se recomienda tomar en cuenta las siguientes medidas:

11.11 Generales

- Utilizar el sistema de trocería de cortas y largas dimensiones en lugar del de fuste o árbol completo para reducir el arrastre de suelo durante el arrime.
- En caso de extraer fustes o árboles completos procurar utilizar el cable aéreo para el arrime de los productos.
- En cualquier caso distribuir los residuos del aprovechamiento sobre el terreno.

11.12 En la apertura de caminos

- Procurar el uso de caminos ya existentes adaptándolos a las actividades por realizar (establecimiento, manejo, protección y cosecha de la plantación)
- En caso de ser necesario construir caminos, utilizar retroexcavadora en lugar de tractor “angledozer”.
- En cualquier caso se deberá mantener el aminorado en buenas condiciones a fin de evitar problemas de erosión hídrica, incluyendo la construcción y la conservación de cunetas, alcantarillas, vados y desagües.
- Es necesario empastar los taludes y los rellenos para evitar el arrastre de suelo por el viento y el agua.
- Las alcantarillas y cunetas deben hacerse respetando el drenaje natural del terreno para reducir la erosión hídrica.

11.13 En la elaboración de los productos (derribo, desrame y troceo)

Se debe usar el derribo direccional para facilitar el desrame y troceo.

11.14 El arrime

- Si el arrime se efectúa directamente sobre el terreno deberá procurarse evitar

la erosión o la compactación del suelo utilizando equipos técnicos más adecuados como el rodado de la trocería en lugar de arrastrarla o el uso de conos de arrime; uso de llantas extra-anchas en los tractores, etc.

- Tratándose de terrenos con pendientes pronunciadas, una vez extraída la totalidad de la trocería, fustes o árboles cosechados en el área de corta correspondiente deberá procederse a la replantación al inicio de la siguiente temporada de lluvias a fin de evitar la erosión hídrica.

11.15 Conclusiones

Como ya existen en México proyectos importantes de plantaciones, ya se empieza a trabajar en que forma se llevará a cabo su cosecha.

La cosecha de plantaciones comerciales es un aspecto que adquirirá una gran relevancia en la década que se inicia propiciando innovaciones en las tecnologías y métodos que actualmente se emplean para el aprovechamiento de bosques naturales.

11.16 Recomendaciones

Los plantadores forestales deben ir seleccionando y probando los equipos que se utilizan en México y los que son usados en otros países donde existen plantaciones comerciales en plena cosecha.

También deberán aprovechar las experiencias de otros países en vías de desarrollo que ya estén cosechando plantaciones comerciales.

En México, el uso intensivo de mano de obra durante el aprovechamiento forestal deberá ser un aspecto muy digno de tomarse en cuenta, considerando la gran

cantidad de empleos permanentes y temporales; ello obligará a seleccionar el nivel de mecanización más adecuado en cada región y condición para balancear el uso de la mano de obra con el uso de maquinaria en cada una de las operaciones, teniendo como meta lograr la mayor eficiencia posible.

11.17 Referencias

PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL INTEGRAL DE JALISCO. 1998. Silvicultura y manejo de algunas especies de Pinos y Eucaliptos en Sudáfrica, Guadalajara Jalisco, México. Documento técnico 15. Jalisco, México.

MONREAL RANGEL, SAÚL B.; FIERROS GONZÁLEZ, A. M. 2000 Beneficios ambientales, económicos y sociales de las plantaciones forestales comerciales subsidiadas por el PRODEPLAN. Ciencia Forestal. México. (enviado para su publicación).



PLANIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES



CAPITULO 12

PLANIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Gerardo Loza Escutia/⁵, Jorge Torres Pérez/⁶ y Miguel Ángel Musálem/⁷

12.1 Presentación

México, considerado como un país de alto potencial forestal, presenta características que reflejan una problemática compleja, en la que se engloban aspectos ambientales, sociales y económicos:

- En lo ambiental, se manifiesta en una pérdida constante y acelerada de los diversos ecosistemas naturales (bosques, selvas y zonas áridas), originando con ello una disminución de la biodiversidad animal y vegetal, degradación de la calidad del aire y agua, erosión del suelo y desertificación, así como la pérdida de la oportunidad recreativa, entre otros aspectos.
- En lo social, con una pobreza extrema de los habitantes de las zonas rurales que dependen del aprovechamiento de los recursos forestales, aunado a la carencia de una cultura forestal en todos los sectores de la sociedad.
- Por último, en el aspecto económico, se tiene una baja contribución de la actividad forestal al PIB nacional, un déficit en la balanza comercial, falta de inversión, crisis en la industria forestal y disminución de la producción; generando con lo anterior, una actividad poco competitiva ante la apertura comercial.

Ante el escenario anterior, el desarrollo de plantaciones forestales comerciales queda

fundamentado, ya que con ello se pueden cubrir los aspectos siguientes:

- Complementar y satisfacer, a bajo costo, la demanda de las materias primas que se generan en los bosques y selvas naturales del país.
- Mitigar la presión económica y social sobre los ecosistemas naturales (bosques y selvas), así como dar protección a otros recursos asociados.
- Promover el desarrollo forestal en ámbitos regionales, sumando lo anterior al desarrollo económico nacional.
- Fortalecer el sector forestal en México, desarrollando su potencial silvícola, creando así una cultura forestal y, finalmente, reflejándose en indicadores económicos favorables.

En los últimos años, el gobierno federal así como sectores industriales, han manifestado un creciente interés por el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en el país⁸. Los cambios al artículo 27 constitucional, la expedición de la nueva Ley Agraria así como las modificaciones a la Ley Forestal de 1992 y la publicación de su nuevo Reglamento, constituyen el marco jurídico para ello; por otra parte, la reciente creación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) que opera el Programa Nacional de Plantaciones (PRODEPLAN),

⁵ Maestro en Ciencias Forestales. Delegación SEMARNAT. Puebla, Puebla.

⁶ Doctor en Ciencias. Profesor de Economía y Evaluación de Proyectos. DICIFO-UACG. Chapingo, México.

⁷ Ph. D. Silvicultura. Investigador Titular. CEVAMEX-CIRCE-INIFAP. El horno, Chapingo, México.

⁸ Actividad que busca aprovechar las condiciones naturales existentes en México (denominadas ventajas comparativas), entre las cuales destaca: la riqueza biológica, diversidad climática, variedad en suelos y finalmente la posición geográfica que guarda México con respecto a los mercados internacionales consumidores de celulosa y papel.

la incorporación de estímulos fiscales, así como la participación de instituciones de crédito (bancarias y gubernamentales) y aseguradoras, son los elementos económico tendiente al desarrollo de la actividad plantadora en México.

A la fecha se tiene algunas experiencias en plantaciones forestales comerciales con especies de rápido crecimiento, que se desarrollan en el centro y sureste del país, así como a lo largo de las costas del Golfo de México y Océano Pacífico, cuyo objetivo fundamental es la producción de materia prima para la industria de la celulosa y el papel, así como para el aserrío y árboles de Navidad; plantaciones que se realizan por empresas transnacionales, así como pequeños productores y sectores sociales, bajo diversos esquemas de organización; sin embargo, el desarrollo de esta actividad, es aún incipiente y en proceso de desarrollo.

El presente trabajo se enfoca a la planeación de plantaciones forestales comerciales, considerando la definición de las etapas primarias y secundarias que lo integran; entre ellas los elementos de diagnóstico del sector forestal (nacional, estatal y regional, donde se desarrollará el proyecto) e interno en una empresa, el establecimiento de los objetivos que se persiguen con el proyecto, el marco de política nacional y jurídico que fomentan la actividad plantadora, el análisis del mercado, el proceso técnico y de ingeniería a seguir, el sistema administrativo de dirección y control, el impacto ambiental de la plantación en el entorno natural sobre el que se desarrolla y, finalmente, el análisis financiero que de sustento al proyecto; buscando así la generación de un plan rector, en el cual se integren y

articulen las etapas señaladas previamente y que haga posible la operación de un proyecto de esta naturaleza.

Con la consideración de la diversidad de condiciones naturales y sociales existentes en cada región y provincia del país, este trabajo no debe confundirse como una serie de pasos consecutivos a cumplirse, tendiente a la búsqueda de un resultado, sino como un elemento flexible y moldeable que puede modificarse de acuerdo a las particularidades de cada proyecto.

Con la idea fundamental de que las plantaciones forestales comerciales son proyectos dinámicos, por lo que en su planeación y operación, conjugan elementos internos de la misma, como elementos externos de política nacional, el presente trabajo analiza un proceso de planeación, que permita la formulación y evaluación de un proyecto de plantaciones forestales comerciales. Además, en el trabajo se pretende:

- Identificar las etapas primarias y secundarias que integran un proyecto de plantaciones forestales comerciales: definición de objetivos y metas de la plantación; establecimiento del diagnóstico indicativo (al interior como al exterior de la empresa plantadora); establecimiento de marco legal (marco ambiental y forestal, tenencia de la tierra, financiamiento y estímulos, sociedades mercantiles e inversión extranjera y finalmente otras leyes); generación del estudio de mercado (demanda, oferta, precio y comercialización); proceso técnico (tamaño del proyecto, localización del proyecto, proceso técnico de ingeniería);

administración del proyecto (organización, dirección, integración y control); evaluación del impacto ambiental; y evaluación financiera del proyecto (costos y beneficios, flujo efectivo, indicadores financieros y financiamiento).

- Analizar en forma individual, cada etapa definida anteriormente, precisando los principales componentes que lo integran (establecimiento de los elementos de planeación táctica dentro del proceso de planeación de plantaciones comerciales).

12.2 Antecedentes

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como Cumbre de la Tierra, efectuada en Río de Janeiro Brasil, jefes de estado, científicos, periodistas y ciudadanos de 153 países, manifestaron su preocupación por el deterioro de los ecosistemas naturales y coincidieron en fomentar y aprovechar racionalmente los recursos forestales del planeta. Es así como nace el Programa 21 (aprobado en esta reunión), el cual es un plan de acción que prevé la formulación y financiamiento de proyectos como la forestación (Villa, 1992).

Así, la reforestación artificial con fines comerciales, reviste cada día mayor importancia. En la actualidad las tendencias de muchos países del mundo se orientan hacia el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, buscando con ello la producción de materia prima para la industria a bajo costo, protección de recursos asociados (agua, suelo y fauna entre otros), protección de bosques naturales y contribución al desarrollo económico de cada país en cuestión.

De acuerdo con Musálem (2002), la demanda creciente de bienes y servicios de la sociedad, así como aquellos referentes a la conservación de su ambiente y recursos asociados, ha conducido a la creación de los denominados bosques artificiales, para satisfacer sus necesidades considerando los productos industriales principalmente.

Ejemplo de ello lo constituyen países como Brasil, Portugal, Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica, donde los costos de producción de celulosa basado en plantaciones comerciales, son menores a los de países tradicionalmente productores, como Canadá, Estados Unidos y países escandinavos, estimándose así, que la próxima década, el mercado mundial de la celulosa lo dominaran países del hemisferio sur como Chile, Sudáfrica y Brasil (Sosa, 1992).

Sin embargo, el desarrollo de esta actividad en México es incipiente; la experiencia en diversos países del mundo, particularmente en aquellos en vías de desarrollo, muestra que las plantaciones forestales comerciales, han propiciado que su sector forestal se fortalezca, y con ello, su economía en conjunto; siendo en la actualidad exportadores de materia prima forestal (Brasil y Chile); lo anterior da la pauta para la activación económica del sector forestal en México, tendiente a la competitividad y desarrollo de la actividad forestal.

12.2.1 Antecedentes en México

En México las primeras experiencias que se tienen con el establecimiento de plantaciones comerciales datan de la década de los 30s, cuando la empresa cerillera LA IMPERIAL genera plantaciones de menos de 100 ha, con *Populus*, en el municipio de Chalco, Estado de México. En 1954 la empresa FIBRACEL S.A., establece plantaciones,

con fines de producción de materia prima para la fabricación de tableros aglomerados a base de *Eucalyptus*, en el municipio de Tamuín, San Luís Potosí; posteriormente se ensaya con otras especies como *Cedrella mexicana* y *Melia azedarach* entre otras (Enríquez et al., 1980). Otro antecedente y quizás el más conocido, lo constituye la plantación comercial de cerca de 10 mil ha de pino realizada en La Sabana, Oaxaca, por la FABRICA DE PAPEL TUXTEPEC a partir de la década de los 70s.

Sin duda alguna, podemos establecer, que la forestación con fines comerciales dentro de nuestro país, inicia en forma paralela a las plantaciones establecidas en América Latina. Sin embargo estos proyectos fueron aislados, careciendo en esos momentos del marco de política encaminado a su desarrollo.

Rodríguez (1986) señala que las plantaciones forestales en México no se habían desarrollado a la fecha, dado los siguientes factores:

- Inseguridad en la tenencia de la tierra: la antigua Ley Agraria, impedía a personas físicas o empresas, poseer terrenos forestales superiores a 800 has; lo cual es una superficie pequeña, para pensar en la producción comercial para abastecimiento de una industria. Esta misma ley, impedía que ejidos o comunidades realizaran contratos de asociación con particulares, mayores a un año.
- Falta de una legislación forestal adecuada: la Ley Forestal de 1986, señalaba en su Artículo 102 "los aprovechamiento de masas forestales artificiales, cultivadas con fines comerciales o industriales serán autorizados con la simple presentación del plan de corte y reforestación". Sin embargo, no se señalaban las garantías o

estímulos para promover el desarrollo de esta actividad, aunado con la falta de congruencia con otras leyes (Ley Agraria).

- Falta de Financiamiento: la inseguridad en la tenencia de la tierra, aunado a la falta de recursos económicos, son quizá los dos problemas que impidieron el desarrollo de plantaciones comerciales, que para su establecimiento, requieren de altas inversiones aplicadas a grandes extensiones de tierra, considerando ciclos de crecimiento mayores a 6 años (en especies de rápido crecimiento); lo anterior ocasiona inseguridad para los inversionistas, en recuperar su inversión inicial, y con ello, carencia de financiamiento en el sector forestal.
- Falta de estímulos fiscales adecuados.
- Inadecuada localización de las plantas consumidoras de madera
- Desorientación de los dueños de terrenos forestales.
- Problemas técnicos.

La experiencia internacional, muestra que las plantaciones comerciales, son una actividad económica que obedece al impulso del sector oficial, a través de la generación de un ambiente político adecuado contemplando: un marco legislativo de tenencia de la tierra y forestal, así como la aplicación de estímulos, financiamientos y garantías para quien la realice. En la actualidad la generación de políticas macroeconómicas en México, dio paso a la modificación del escenario señalado anteriormente. Las modificaciones a la legislación agraria y forestal, la asignación de apoyos directos así como la aplicación de estímulos fiscales a la forestación comercial, han impulsado su desarrollo en diversas regiones del país.

12.3 Las ventajas comparativas

En complemento de lo señalado anteriormente, el desarrollo de programas exitosos de plantaciones, requiere de tres elementos básicos: la política nacional, el ambiente natural, la organización empresarial y la estabilidad social.

En México y de acuerdo al programa sectorial forestal y de uso del suelo 1994-2000, las plantaciones forestales comerciales, tienen una alta prioridad para el desarrollo del sector forestal mexicano, buscando con ello: un incremento de la producción maderable, aumento de la oferta de la madera, desarrollo tecnológico y competitividad de la industria forestal, aumento del ingreso por actividades forestales en las áreas rurales del país, incremento en la producción de leña y carbón vegetal, conservación ambiental y ecológica, así como protección al suelo y agua.

Sin embargo, lo anterior debe partir del conocimiento de las condiciones naturales existentes (clima, suelo, topografía, etc.), para sostener el proyecto de política nacional a gran escala y plantaciones específicas.

De acuerdo con la SEMARNAP (1988a) los sitios más favorables para realizar plantaciones comerciales, son áreas con niveles de precipitación superiores a los 1000 mm/año, temperatura promedio mayor a los 25 °C en el año y suelos profundos, sin problemas de alcalinidad y/o acidez, así como la presencia de un buen drenaje. Condición natural que se presenta en los trópicos, donde se han desarrollado grandes proyectos de plantaciones en el mundo⁹.

Diversos autores, han señalado que México cuenta con un gran potencial biológico,

geográfico y climático para el desarrollo de plantaciones comerciales, las cuales y en conjunto, constituyen las denominadas ventajas comparativas:

- **Clima y suelo:** la ubicación de México, entre el área neártica y neotropical, ha favorecido la existencia de diversas condiciones aptas para el desarrollo de plantaciones, sobre todo en el Sureste del país, en donde se tienen suelos profundos, con alta humedad relativa, adecuada para el logro de crecimientos extraordinarios, comparables a los estándares internacionales. Más específicamente dentro de los estados ubicados en la región Golfo-Sureste, en donde existen sitios con periodos de crecimiento de 210 a 270 días en el año (comparables con algunas regiones de Brasil, en donde se reportan las productividades más altas en el mundo). Así mismo en estas regiones, se cuentan con alrededor de 6 millones de ha, susceptibles de ser plantadas con especies de rápido crecimiento (lo cual se muestra en el Cuadro 29). Algunos estudios muestran que sería posible producir hasta 35 m³/ha/año, en plantaciones ubicadas en áreas tropicales y hasta 15 m³/ha/año en zonas templadas, con turnos de rotación de 8 a 15 años respectivamente. Comparativamente las cifras en plantaciones de climas templados, reportan una producción de 10 a 35 m³/ha/año, con turnos de 20 a 65 años; mientras que en el trópico, la producción varía de 15 a 60 m³/ha/año, con turnos de siete a 30 años (SEMARNAP-b, 2000).
- **Riqueza biológica:** se dice que México cuenta con el 10% de la biodiversidad a escala mundial, siendo un exportador de recursos genéticos; lo anterior, se refleja dentro del Cuadro 32.

⁹ Se precisa que en el mundo se han realizado plantaciones con éxito, en condiciones menos favorables.

- Posición geográfica: la localización geográfica de México, lo ubica cerca de los principales mercados consumidores de papel y productos forestales en el mundo; Medio Oriente, Norte América, cuenca del Pacífico y Europa principalmente (Eguiluz 1996, comentario de clase). No se puede negar la ventaja que representa ser vecino del mercado de productos forestales mas grande del mundo, encabezado por los Estados Unidos de América, que entre 1994 y 1998, importo un promedio anual mayor de 22 mil millones de dólares; de la cuenca de Asia Pacífico en la cual solo Japón y Corea del Sur, importaron anualmente una cifra similar en el mismo periodo; finalmente e incluyendo a Canadá, se conjunta un mercado potencial del orden de los 50 mil millones de dólares anuales (SEMARNAP-b, 2000).

Por otro lado, cifras del inventario nacional forestal periódico, muestran que el país cuenta con 8 millones de ha, de terrenos de aptitud forestal favorables para el establecimiento de plantaciones

comerciales. Sin embargo, esta superficie puede aumentar a 12 millones, si se consideran las áreas dedicadas al uso agropecuario, cuya vocación forestal en plantaciones los haría más rentables.

De acuerdo con la SEMARNAP-d (2000), la superficie con potencial de ser utilizada para plantaciones forestales comerciales, constituye una de las mayores en el mundo, con posibilidades de alta productividad; en ello se han identificado 11 millones de ha, cuyas condiciones naturales, en algunos casos son superiores a las que presenta la provincia de Espírito Santo, en Brasil, en donde se obtienen rendimientos por ha, superiores a 50 m³ ha/año, en Eucalipto. En el Cuadro 33, se establece la superficie con potencial natural, para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales dentro del país. Con el potencial antes señalado, México se coloca como un país altamente apto para el desarrollo de forestaciones de tipo comercial, exitosas a escala internacional; lo anterior obedeciendo a sus ventajas comparativas.

Cuadro 32. Elementos climáticos y edáficos de la región Sureste de México con potencial para plantaciones forestales comerciales.

Estado	Precipitación		Temperatura anual (°C)						Textura y Profundidad de suelos	Superficies aptas para plantaciones forestales comerciales (miles de ha)
	Anual		Mínima		Promedio		Máxima			
	Min.	Max.	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup.		
Campeche	1,100	1,600	19	22	25	26	30	33	Finas/someros/profundos	1,177
Chiapas	1,100	2,300	14	22	24	27	27	32	Medias/finas /profundos	842
Oaxaca	1,900	3,500	16	21	22	27	27	34	Finas/ profundos	804
Q. Roo	1,100	1,400	19	21	25	26	30	33	Finas/profundos	793
Tabasco	1,900	3,100	20	21	26	27	31	33	Medias/finas /profundos	383
Veracruz	1,200	2,300	17	20	23	25	28	30	Medias/profundos	683
Yucatán	950	1,050	19	21	25	26	31	33	Medias/someros	1,352
Total										6034

Fuente: SEMARNAP-b 2000.

Cuadro 33. Superficie con potencial para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en México.

Región	Agricultura de riego degradadas (miles de ha)	Agricultura de temporal (miles de ha)	Terrenos bajo uso agropecuario extensivo (miles de ha)		Total (miles de ha)	Potencial de producción promedio IMA (m ³ r/ha/año)	Potencial de producción total acumulado (millones de m ³ rollo)
			Pendiente menor de 15%	Pendiente mayor de 15%			
Sureste	5	322	1950	3594	5871	20	117
Templado	103	267	865	966	2201	10	22
Frío							
Otras áreas	122	56	148	3540	3866	10	39
Total	230	645	2963	8100	11938		178

Fuente: SEMARNAP-a (1998).

12.4 La necesidad de plantaciones comerciales en México

Los bosques, selvas y desiertos, entre otras áreas naturales existentes en México, representan y han adquirido, un gran valor ambiental, económico y social, y más aún, en todo el mundo. Lo anterior debido a su condición natural, extensión y su valor intrínseco entre otras causas.

Musálem (2000), establece que las plantaciones forestales comerciales, cumplen en forma precisa, con el objetivo de producción de bienes para la sociedad; por otra parte, influyen positivamente en la calidad de vida del ser humano, ayudan al alivio de las presiones que la misma sociedad sobre los bosques nativos, que cada vez están siendo reservados para la conservación de la biodiversidad, y la conservación de otros recursos asociados, entre ellos el agua y el suelo.

En el Cuadro 34, se reflejan los principales valores del bosque nativo en México., considerando en esencia, aquellos de tipo

intangible, que al momento, no han sido valorados en términos económicos.

Lo anterior es motivo de la activación del sector forestal (Cuadro 35), buscando:

- La reconversión de terrenos degradados en terrenos productivos.
- Una disminución de la degradación de los bosques nativos, así como a subsanar problemas derivados del cambio climático.
- Producción destinada a leña y carbón, así como para la obtención de madera aserrada y triplay, que subsane el déficit en la producción de los bosques nativos (reflejado en una demanda industrial insatisfecha); creando fuentes de empleo, substituyendo importaciones (buscando una balanza comercial favorable) y propiciando una mayor participación en el PIB nacional.
- Fomentando la investigación y el desarrollo tecnológico de la industria.
- La sustitución de importaciones de material celulósico en áreas compactas de plantación; 65 000 ha, considerando crecimientos de 20 m³/ha./año, a fin de

producir 350 000 ton/año (Sosa, 1992), entre otros.

- Reactivación del sector forestal.

Los elementos señalados, han sido motivo de análisis de diversos sectores de la sociedad, entre ellos: gobierno federal y gobiernos estatales, sector industrial y sector académico entre otros, lo que a la fecha, se vislumbra como una actividad en desarrollo dentro del país.

12.5 Estado actual de las plantaciones forestales comerciales en México

Como se ha visto, las plantaciones son proyectos estratégicos en los países con condiciones naturales favorables para su establecimiento; dichas condiciones constituyen además del ambiente natural, la idea de su desarrollo; la cual debe ser sustentada en principio por la política de todo el estado y posteriormente de una empresa. La primera parte, fue abordada en el tema referente a las ventajas comparativas, tocando ahora el elemento de política, así como los proyectos que se están realizando dentro del país.

12.6 Los proyectos en operación

La experiencia nacional en el desarrollo de forestaciones comerciales en México es limitada, sin embargo año con año la superficie plantada aumenta, teniéndose proyectos para el abasto de la industria de la celulosa, aserrío y desarrollo de árboles de navidad.

En el Cuadro 36, se presenta la información general de proyectos mayores a 50 ha, que se están desarrollando en México. De acuerdo con dicho concentrado, para 1998, en el país existían 27,865 ha plantadas, de ellas el 68 % (18 270 ha) distribuidas en 8 proyectos, corresponden a plantaciones para el

abastecimiento de la industria de la celulosa, el 28.8 % (7 700 ha) para aserrío y contrachapados, finalmente el 2.7 % (744 ha) corresponde a proyectos de árboles de navidad. De lo anterior, se puede concluir, que las plantaciones de mayor envergadura, corresponden a aquellos tendientes a la producción de celulosa, cuyo destino es el abasto interno y en un futuro la exportación. En segundo termino, se encuentra la producción de madera para el aserrío y contrachapado, a fin de abastecer la pequeña industria instalada. Finalmente las plantaciones de árboles de Navidad para consumos a escala regional.

Estas plantaciones, representan la única forma de tener mayor rentabilidad para la producción de fibra a precios razonables; en las cuales, los costos de producción y abastecimiento se compensan con la disponibilidad permanente de madera, principalmente para la industria de celulosa y papel (Eguiluz, 1990).

12.7 La idea de política Nacional

En forma general, el gobierno de un país dirige su desarrollo interno basado en una política económica nacional. Los objetivos generales frecuentemente presentes pueden ser: incremento del PIB, balanza comercial favorable, nivel de estabilidad de precios, reducción del desempleo, distribución equitativa del ingreso, distribución regional de actividades económicas entre otros. Así mismo, los objetivos de política forestal se establecen para contribuir en parte al logro de la política económica nacional, como: incremento en la producción maderable, aumento de la oferta de madera en rollo, desarrollo y mejoramiento de la tecnología y de la competitividad de la industria forestal, aumento del ingreso por actividades forestales para la población

Cuadro 34. Valor del bosque nativo en México.

Valor	Importancia	Aspectos generales	Aspectos específicos	Fuente
Condición Natural	10 % de la biodiversidad mundial	Áreas naturales con amplia riqueza en flora y fauna	Aproximadamente 30 000 especies de plantas. 55 especies de pino (85 % del total) Mayor número de especies cactáceas en el mundo Primer lugar mundial en diversidad de reptiles, entre otras	FAO (1995)
Superficie de bosques	72 % de la superficie total es de aptitud forestal	Diversidad de asociaciones vegetales: Bosque de coníferas y latifoliadas. Selvas Zonas áridas Vegetación hidrófila-halófila. Zonas perturbadas	30.4 millones de ha. 26.4 millones de ha. 58.5 millones de ha. 4.2 millones de ha. 22.2 millones de ha.	Inventario Nacional Forestal Periódico 1994.
Valor de bosque nativo		Captura de CO ₂ . Protección de cuencas Valor fármaco-genético. Valor de existencia y legado. Producción de leña. Valor económico.	322 cuencas productoras de agua. 255 de plantas con valor medicinal. Existencia de gran no. de especies endémicas. Se estima que el valor de existencia y legado de las áreas naturales protegidas en México es de 60 mil millones de dólares. La proporción social en bosques es de 70-80%. 18 millones de personas habitan en zonas forestales. 90% de las viviendas rurales, queman leña combustible. Participación en el PIB nacional, balanza comercial, empleo.	FAO (1995)

Fuente: FAO (1995); Inventario Nacional Forestal Periódico (1994).

Cuadro 35. Indicadores forestales generales del sector forestal en México.

Tipo	Indicador	Problemática	Fuente
Superficie arbolada	56.9 millones de ha.	7 millones de ha. bajo manejo	Inventario Nacional Forestal Periódico 1994.
Producción	9 millones m ³ rta/año	1 m ³ RTA/año	Inventario Nacional Forestal Periódico 1994.
Degradación	650 000 ha, por año	Entre 1970 y 1990: Los terrenos agrícolas se incrementaron 39%. Los pecuarios 15%. Los forestales disminuyeron 13 %.	FAO (1995).
Aspectos económicos	Disminución de la producción. Disminución de PIB nacional. Balanza comercial deficitaria. Disminución del empleo en actividades silvícolas.	De 1981 a 1994 la producción paso de 9.8 millones de m ³ rta/año a 6.4. De 1987 a 1995 el PIB pasó de 1.8 a 1 (reducción en 23 %).	Programa Sectorial Forestal y de Uso del Suelo 1995-2000.
Industria	Producción poco diversificada. Capacidad instalada sub utilizada. Altos costos de producción.	80 % de la producción se concentra en 4 estados. Industria pequeña con atrasos tecnológicos.	SEMARNAP-c 1997

Fuente: Inventario Nacional Forestal Periódico 1994; Programa Sectorial Forestal y de Uso del Suelo (1995-2000); FAO (1995), SEMARNAP-c (1997).

rural, incremento de la producción de leña y carbón vegetal, conservación ambiental y ecológica, y finalmente protección del suelo y agua; para ello se deben orientar acciones específicas, a través de los denominados instrumentos de política, dirigidos hacia los inversionistas, propietarios e involucrados en el sector forestal, tendientes a lograr los objetivos de política nacional (Kosonen *et al.*, 1993) como sigue:

- Objetivo de política
Desarrollo económico
- Objetivo de política
Desarrollo forestal

- Instrumentos de política
Acciones específicas

Los gobiernos establecen sus políticas de desarrollo, se involucran en ello diversos sectores productivos (que en el caso de plantaciones forestales comerciales, corresponde al sector forestal), de lo cual surgen las acciones directas tendientes al establecimiento de la forestación comercial; tales acciones y para el caso de las plantaciones forestales comerciales, son del orden jurídico, administrativo y económico (apoyos a la plantación); es decir, los instrumentos de política constituidos los denominados incentivos

fiscales, así como la formulación del marco jurídico que lo haga posible; los cuales han sido utilizados en diversos países del mundo, en los que se han desarrollado programas exitosos de plantaciones forestales comerciales.

12.8 Los incentivos a la actividad

Definida la política nacional y de su sector involucrado, corresponde la determinación de los instrumentos de política nacional tendientes al desarrollo de una actividad económica. Como se ha visto, en los países con plantaciones forestales comerciales exitosas, uno de los instrumentos de política indispensable, lo constituyen los llamados incentivos a las plantaciones comerciales. Dichos estímulos se establecen para disminuir la incertidumbre de los periodos de maduración que se requiere para la cosecha del arbolado y, con ello, motivar a particulares, empresas privadas, así como a ejidos y comunidades, entre otras organizaciones, a invertir en la actividad forestal.

12.9. Tipos de Incentivos

Los incentivos, son una forma de apoyo estatal para fomentar una actividad específica a desarrollar por una entidad privada o social que en el caso de una reforestación comercial, se clasifican en directos e indirectos. Los directos, se otorgan a diversas entidades (particulares, empresas etc.) para alcanzar objetivos específicos; mientras que los incentivos indirectos, no están vinculados a la ejecución de la actividad forestal, en este caso, los propietarios lo reciben como complemento de las actividades por realizarse (Kosonen *et al.*, 1993).

Una clasificación típica de un sistema de incentivos, tendientes a promocionar el desarrollo de proyectos específicos de

plantaciones forestales comerciales, se muestra en el Cuadro 37.

La clasificación de los incentivos mostrada en el Cuadro 37, señala diversas formas participativas específicas del sector oficial tendiente al desarrollo de las plantaciones forestales comerciales (en el caso de México, una actividad económica nueva, que se desarrolla de acuerdo a modelos internacionales); en este sentido, se puede establecer que sin la aplicación de estos incentivos, no sería posible el desarrollo de estos proyectos.

Como se verá a continuación, los modelos desarrollados en países con tradición plantadora, y que han desarrollado proyectos exitosos de plantaciones forestales comerciales, parten de la combinación de apoyos directos al desarrollo de plantaciones forestales comerciales, así como de aquellos apoyos indirectos no vinculados a esta actividad.

12.10 Principales incentivos aplicados en diversos países en el mundo

De acuerdo con Gregersen (1984) y basado en los diferentes tipos de incentivos aplicados en plantaciones comerciales en diferentes países del mundo, es posible identificar los factores a considerar para la generación de un sistema de incentivos por aplicarse a la actividad plantadora, entre ellos se tienen los siguientes:

El tamaño de los subsidio relativo al costo de la plantación, lo cual se refiere al costo total cubierto por el subsidio a la plantación (comúnmente cubre del 50 al 75 %).

Planificación para la elaboración de proyectos de plantaciones forestales comerciales

Cuadro 36. Plantaciones comerciales establecidas en México.

Estado	Nombre del Proyecto o del Predio	Ubicación o Municipio	Especie (s) objetivo de la plantación	Sup. (ha)
Campeche	SMURFIT Cartón y papel de México S.A. de C.V.	Candelaria	Melina/ Celulosa	650
Campeche	Clemente Rodríguez Vargas	Campeche	Caoba y Cedro rojo/ Madera para aserrio y contrachapada	100
Campeche	Unión de Silvicultores de la Región Escárcega S.P.R de R.L.	Escárcega y Champoton	Caoba y Cedro rojo/ Madera para aserrio y contrachapada	100
Campeche	Sociedad de Producción Rural de R.I. Productores Agropecuarios de Haro	Escárcega	Caoba y Cedro rojo/ Madera para aserrio y contrachapada	100
Campeche	Varios proyectos /Pequeños propietarios	Hopelchen y Campeche	Caoba y Cedro rojo/ Madera para aserrio y contrachapada	79
Colima	Varios proyectos /Pequeños propietarios	Manzanillo, Colima, Cuauhtemoc y Armeria	Varías especies tropicales / Cedro, Caoba, Teca y otras/Madera para aserrio y contrachapada	78
Chiapas	Agosilvicultores del Estado	Varias localidades	Varías especies tropicales / Cedro, Caoba, Primavera y otras / Madera para aserrio y contrachapada	797
Chiapas	SOCAMA	Varias localidades	Varías especies tropicales / Cedro, Caoba, Primavera y otras / Madera para aserrio y contrachapada	2,313
Chihuahua	Pequeño propietario	Cuahutemoc	Pino eldarica/Árboles de navidad	5
Distrito Federal	Varios proyectos /Pequeños propietarios	TLALPAN	Pino ayacahuite/Árboles de navidad	11
Durango	Forestal Halcón	Durango y San Dimas	Pino/ Madera para aserrio y celulósicos	352
Durango	Innominado	San Dimas	Pino/ Madera para aserrio y celulósicos	132
Guerrero	Plantación Comercial	El Balcón	Pino/ Madera para aserrio	224
Guerrero	Plantación Comercial	El Reparo	Pino/ Madera para aserrio	100

Planificación para la elaboración de proyectos de plantaciones forestales comerciales

Continuación...

Estado	Nombre del Proyecto o del Predio	Ubicación o Municipio	Especie (s) objetivo de la plantación	Sup. (ha)
Hidalgo	Tecocomulco Tres Cabezas	Cuautepec	Pino/ Madera para aserrio	60
Jalisco	Industrias Emman de Ocotlan	Ocotlan, Tototlan y Poncitlan, Jal.	Eucalipto y diversas especies / Madera para tableros aglomerados	473
México	Rancho el Capricho	Zumpahuacan	Pino/ Madera para aserrio, Árboles de Navidad	113
México	Inmoviliaria el Valle de San Nicolás	Valle de Bravo	Pino/ Madera para aserrio, Árboles de Navidad	308
México	Varios proyectos /Ejidos y pequeños propietarios	Varias localidades	Pino ayacahuite / Árboles de Navidad	323
Morelos	Tlahichan	Tlalnepantla	Pino/Árboles de Navidad	5
Michoacán	El Cirian y Cañas Viejas	Zitacuaro	Pino / Celulósicos	120
Nayarit	Varios proyectos /Pequeños propietarios	Bahia de Banderas, Valle de Banderas, Compostela, San Blas y Acaponeta	Cedro, caoba, teca y otras / madera para aserrio y contrachapada	88
Nayarit	Soc. de Producción Rural Ecoteca de la Bahía Comunidad San José Chacalapa	Bahia de Banderas	Teca/Madera para aserrio	41
		Pochutla	Pino chiapensis/Madera para aserrio	20
Oaxaca	Ejido San Isidro Lagunas (FAPATUX)	Valle Nacional Tuxtepec	Pino caribea / Celulósicos	700 *
Oaxaca	La Sabana (FAPATUX)	San Juan Cotzocon Mixe.	Pino caribea / Celulosicos	6,328 *
Puebla	Conjunto Predial los Puentes	Zihuateutla	Pino / Madera para aserrio	320
Quintana roo	Plantaciones Agroforestales	Varias localidades	Cedro y Caoba / Madera para aserrio	320
Quintana roo	El Vergel	Othon P. Blanco	Cedro y Caoba / Madera para aserrio	190
San Luís Potosí	Varios proyectos /Pequeños propietarios	Tamazunchale y Axtla de Terrazas	Cedro/ Madera para aserrio y contra chapa	10
Sinaloa	Varios proyectos /Pequeños propietarios	Elota, Culiacan, Mazatlan y Concordia	Cedro, Caoba y Eucalipto / Madera para aserrio y celulosicos	84

Planificación para la elaboración de proyectos de plantaciones forestales comerciales

Continuación...

Estado	Nombre del Proyecto o del Predio	Ubicación o Municipio	Especie (s) objetivo de la plantación	Sup. (ha)
Tabasco	PLANFOSUR	Huimanguillo	Eucalipto urophylla, E. Grandis y E. urograndis / Celulosicos	6,157
Tabasco	Desarrollo Forestal S.A. de C.V.	Balancan y Tenisique	Eucalipto grandis / Celulosicos	2,427
Tamaulipas	Varios proyectos /Ejidos y pequeños propietarios	Victoria, Jaumave y Reynosa	Pino/ Madera para aserrio y Árboles de Navidad	29
Tlaxcala	Varios proyectos /Ejidos y pequeños propietarios	Tlaxco	Pino ayacahuite/ Árboles de navidad	5
Veracruz	Rafael Riaño Barradas	Juchique de Ferrer	Cedro y Caoba / Madera para aserrio	190
Veracruz	Soc. Coop. Cerro de Cintepec	Catemaco	Cedro y Caoba / Madera para aserrio	1,886
Veracruz	Planfosur S.A de C.V.	Las Choapas	Eucalipto urophylla, E. grandis y E. urograndis / Celulosicos	2,552
Veracruz	Reforesta Mexicana	Las Choapas	Cedro y Caoba / Madera para aserrio y contrachapada	150
TOTAL				27,865

SEMARNAP-a 1998.

*Proyectos suspendidos.

La sustitución de capital privado por público, caso en el cual deben identificarse aquellas actividades que por su prioridad no son realizadas por el sector privado; en otras palabras, se busca determinar qué acciones realiza el sector privado a fin de priorizar el sistema de incentivos

El tamaño y ubicación de las plantaciones subsidiadas, tiene importancia en los términos de la eficiencia económica en cuanto al beneficio costo; en plantaciones de escasa superficie se puede incurrir en altos costos de producción y, por ello, no ser competitivas con plantaciones de mayor superficie. En este sentido, la economía de escala debe considerarse para la generación de un sistema de incentivo. El otro aspecto

lo constituye la localización de la plantación; debe tenerse una localización que minimice los costos de transporte, ya que la ubicación puede ser más crítica que la escala de la plantación. Con lo anterior los programas de incentivos pueden ser explícitamente diseñados, tomando en cuenta la escala y la ubicación de la misma.

La continuidad del subsidio hasta la cosecha, buscando una perspectiva integral de la plantación, que involucre todo el proceso en su conjunto; desde la producción de plantas hasta la cosecha final, o en su caso, la utilización de los servicios de la plantación.

La equidad y consideraciones de redistribución de ingresos, en este aspecto pueden suscitarse diversas controversias, al considerar el subido de proyectos de grandes extensiones generalmente apoyando a un grupo clientelar con la capacidad económica como técnica para este tipo de proyectos. Para subsanar este conflicto, es prudente la especificidad de los incentivos.

La flexibilidad, es particularmente importante que exista una perspectiva en busca de incentivos en tiempo, en relación a la respuesta de cambio, las condiciones de aporte y demanda, que tienen influencia en los resultados del programa de forestación.

Mecanismos de incentivos sub utilizados, con base en las experiencias de varios países, existe una indicación importante que los incentivos indirectos en forma de programas de educación y asistencia técnica directa para los propietarios, son sub utilizados, lo cual y en muchos de los casos, puede ser particularmente necesario y más solicitado que otro tipo de subsidios del programa.

Presupuesto, administración y ambiente político, deben verificarse antes de la generación de un sistema de incentivos a la plantación. En ese sentido, debe existir un conocimiento pleno del presupuesto a fin de determinar las prácticas y áreas por subsidiar; en el segundo caso debe considerarse la estructura administrativa para operar el sistema de incentivos; finalmente debe considerarse los elementos de decisión política que acepte un sistema específico de incentivos.

Derivado de los ocho factores considerados anteriormente, la generación de un sistema de incentivos, debe fundarse en un sistema de monitoreo con lo cual sea posible: buscar una especificidad en cuanto a los sectores y superficies por apoyar, generar una simplicidad en su administración y su aplicación, generar un mecanismo de indicadores a fin de administrar y operar el sistema de incentivos, hacerlo flexible de acuerdo a los cambios en el ambiente político, los recursos para su operación o en su caso, la estructura administrativa de apoyo.

No se debe olvidar que el sistema de incentivos en su creación y funcionamiento, parten de los últimos tres factores señalados anteriormente, lo cual dará vida a la actividad plantadora misma.

En el Cuadro 35, se muestran diversas combinaciones de incentivos aplicados en plantaciones forestales en países de Latinoamérica, con proyectos exitosos de plantaciones forestales comerciales.

Otra combinación de incentivos aplicados a plantaciones forestales comerciales, se muestra dentro del Cuadro 36, clasificación brindada por Kosonen et al, (1993); se presentan ocho países con proyectos exitosos en el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (Brasil, Chile, Finlandia, Reino Unido, Portugal, Costa Rica, E.U.A., e Indonesia)¹⁰.

Es importante hacer notar, la diversidad condiciones que puede encontrarse en las naciones presentadas; lo anterior puede iniciar en su localización geográfica, condiciones naturales de los mismos, así como desarrollo económico en general.

¹⁰ Los resultados y estado general que se tiene de la aplicación de los incentivos fiscales aplicados en los países que se señalan en el Cuadro 6, se indica dentro del punto 3.2.3.

Cuadro 37. Clasificación de incentivos para proyectos de plantaciones forestales comerciales.

	Tipo	Características
Incentivos Directos	Contribución a los costos de reforestación	Recursos Financieros: <ul style="list-style-type: none"> ○ En efectivo (concesiones, subsidios, sueldos y salarios, créditos etc. ○ En especie (plantas, insumos, herramientas, caminos etc.). ○ Mixtos (combinación de ambos)
	Servicios	<ul style="list-style-type: none"> ○ Asistencia técnica (uso de incentivos físicos y financieros) ○ Planeación y manejo forestal ○ Comercialización de los productos forestales
	Créditos blandos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Créditos con: ○ Tasa baja de interés ○ Periodo largo de gracia ○ Otros en términos favorables
	Incentivos Fiscales	<ul style="list-style-type: none"> ○ Subsidios (exención de impuestos) ○ Reducción del riesgo de la inversión.
	Financieros	<ul style="list-style-type: none"> ○ Garantías y seguros ○ Tarifas (precios regulados de producción e insumos).
Incentivos Indirectos	Servicios	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mejorar el mercado y actividades de comercialización. ○ Estímulos en la infraestructura ○ Protección de los bosques, información en general (mercado y precios) ○ Educación y extensión ○ Investigación
	Sociales	<ul style="list-style-type: none"> ○ Suministro de servicios ○ Seguridad en la tenencia de la tierra

Fuente: Kosonen et al., 1993.

- Por su localización geográfica se tienen países del hemisferio sur (Brasil, Chile y Costa Rica) como del hemisferio norte (E.U.A y Finlandia), localizados en 3 continentes (América, Asia, y Europa).
- Por sus condiciones naturales, se presentan países con condiciones de trópico húmedo (Brasil, Costa Rica e Indonesia), así como de condiciones templadas frías (Portugal, E.U.A y Reino Unido) y en extremo nórdicas (como el caso de Finlandia).
- Por sus condiciones económicas, destacando la existencia de países desarrollados (Finlandia, Reino Unido, Costa Rica y E.U.A.) así como aquellos en vías de desarrollo (Brasil, Chile e Indonesia) con condiciones culturales en extremo diversas.

Una conclusión de lo expuesto, podría señalar que en la mayoría de los casos, se aplicó el apoyo en efectivo, asistencia técnica a la plantación, créditos blandos y la exención de impuestos a esta actividad; por ello, puede precisarse que el impulso de programas exitosos de plantaciones comerciales, requiere del apoyo directo (del gobierno del país de que se trate); y en su caso, si las condiciones naturales del país en cuestión, ofrece garantías de desarrollo del arbolado (crecimientos favorables de especies forestales utilizadas en la industria y posibles canales para su comercialización y/o industrialización), este podrá tener éxito en las plantaciones forestales comerciales, no importando, en este caso, su potencial económico, siempre y cuando se traten de programas sólidos y a mediano plazo.

12.11 Factores de influencia para la efectividad de los incentivos

Como se ha mencionado, el establecimiento de proyectos de reforestación comercial, requiere de la aplicación de diversos estímulos (directos como indirectos) provenientes del sector oficial. Aparentemente y como se ha visto, sin los estímulos (suficientes y adecuados), no puede ser establecida una superficie plantada, que sea significativa y que haga posible el cumplimiento de los objetivos de política, planteados por gobiernos de los países que pretendan el desarrollo de esta actividad.

Sin embargo, la aplicación de estos apoyos o estímulos, trae consigo varios riesgos si no son planeados adecuadamente; como ejemplo, se tiene lo siguiente: al obtener el apoyo financiero, una empresa privada aplica los estímulos en otra actividad ajena a una plantación comercial, o bien, puede dirigirse el apoyo gubernamental a la plantación, pero ello no es garantía del establecimiento del bosque.

En el Cuadro 38, se analizan los posibles riesgos en la aplicación de los incentivos directos a las plantaciones forestales comerciales, mientras que en el Cuadro 39, se analizan para los incentivos directos.

En síntesis, la tendencia general mostrada en el Cuadro 40, muestra la inadecuada distribución de los apoyos, la desviación de los mismos hacia actividades ajenas a las plantaciones comerciales, la falta de capacidad técnica para su uso, y finalmente, en lo referente a la falta de previsión para la operación directa del proyecto (seguimiento de la plantación); siendo asignación financiera directa de estos incentivos se vislumbra la supervisión (monitoreo) y asistencia técnica (hacia cada

plantación comercial subsidiada o acreedora a los sustentos brindados por el sector oficial), como los mecanismos básicos de control para evitar los riesgos de mal uso de los recursos asignados a cualquier organización plantadora.

Para este caso, resalta el hecho de que los apoyos otorgados vía incentivos indirectos no tienen una asignación financiera directa; siendo las acciones legales los mecanismos principales para su asignación; corresponde una planeación integral del sector oficial, que abarque aspectos de vigilancia, supervisión, capacitación técnica, investigación y educación entre otros aspectos, que garantice el cumplimiento a la legislación aplicable, desviaciones o mal manejo del mercado, creación de infraestructura innecesaria, y protección a bosque nativos, principalmente.

Los riesgos indicados en los cuadros 40 y 41, son derivados de la experiencia de otros países que han desarrollado plantaciones forestales comerciales, por lo que únicamente deben tenerse como indicadores generales, más que como una tendencia obligada; lo anterior en virtud de que las condiciones naturales, sociales y económicas de cada país, son distintas.

12.12 El marco político jurídico y de apoyo

Derivado del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 y del Programa Sectorial Forestal y de Uso del Suelo, para el mismo periodo, se promueve el desarrollo sustentable, así como el estímulo a la inversión para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales, a fin de buscar la producción de materias primas estratégica para el desarrollo nacional.

Bajo este marco de política, se establecen los mecanismos jurídicos y de apoyos para

favorecer los proyectos de plantaciones comerciales, que en resumidas cuentas incluye:

- Las modificaciones al Artículo 27 Constitucional y con ello la expedición de la nueva Ley Agraria, en donde culmina el reparto agrario, se crea la pequeña propiedad forestal (hasta 800 ha) así como la creación de las sociedades mercantiles; lo cual brinda seguridad jurídica sobre la tenencia de la tierra.
- Las modificaciones a la Ley Forestal de 1992 y su nuevo Reglamento, que regula la actividad forestal y establece el marco normativo para el desarrollo de plantaciones comerciales.
- El establecimiento de estímulos fiscales emitidos en abril de 1997, por la SHCP considerando: reducción del impuesto sobre la renta, al activo fijo y al valor agregado, auto facturación, depreciación inmediata en maquinaria y equipo entre otros.
- La creación de fideicomiso PRODEPLAN, a fin de otorgar estímulos directos para la forestación comercial.
- Finalmente la participación de instituciones de financiamiento y aseguradoras a la plantación.

12.13 Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo, fue necesario precisar el marco de política nacional actual tendiente al desarrollo de la actividad plantadora, así como proceso técnico administrativo general, bajo el cual opera una plantación forestal comercial. Los dos componentes anteriores, se integraron dentro de un proceso típico de

planeación, para precisar todos aquellos elementos que deben ser estudiados para el desarrollo de una plantación forestal comercial en México; lo cual se basó considerando los siguientes pasos.

- Establecimiento del sistema de operación de una plantación forestal comercial: mediante la revisión bibliográfica, se puntualizaron todos aquellos componentes necesarios para el desarrollo de una plantación comercial; sin embargo, para precisar la integración de cada etapa dentro de un proceso operativo, se realizaron diversas estancias en algunas plantaciones comerciales ubicadas en el Sureste del país, pertenecientes a empresas plantadoras con experiencia internacional que en la fecha trabajan en México, así como algunas plantaciones realizadas por pequeños propietarios en el Sur y Centro del país, y finalmente, la entrevista con especialistas en el tema.

Marco de política nacional: para puntualizar el marco institucional, por medio del cual se está promoviendo la actividad plantadora con fines comerciales en México, se realizó un diagnóstico general de la política forestal actual, así como de sus instrumentos. De esta forma, se consideró, en primera instancia, los objetivos de política forestal establecidos en el Plan Sectorial Forestal y de Uso del Suelo (1994-2000), así como los instrumentos de política para su logro, entre ellos, la nueva legislación Forestal y Ambiental, las modificaciones al Artículo 27 Constitucional y la expedición de la nueva Ley Agraria, así como la creación del fideicomiso PRODEPLAN y los incentivos fiscales a la actividad plantadora, entre otros.

Cuadro 38. Incentivos para plantaciones en América Latina.

	Subsidios directos					Concesión de créditos	Beneficios por créditos							
	Donación de planta	Donación de planta y pequeñas plantaciones	Asistencia técnica	Donación de capital	Cooperación en construcción de infraestructura		Relativos al uso del suelo			Relativo a inversión de capital			Relativo al beneficio de explotación forestal	
							Exención de todo impuesto	Exención de impuesto a la propiedad	Exención de impuesto a la renta de la tierra	Donación y herencia de tierra	Deducción de impuesto a la tierra	Exención de todo impuesto	Maquinaria y equipo de importación exento o reducción en aduana	Deducción de renta de la tierra
Argentina	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-
Bolivia	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X
Brasil	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X
Chile	A	B	X	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-
Colombia	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X	-
Costa Rica	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-
R. Dominicana	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	x (65%)
Ecuador	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	c	-
El Salvador	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
Guatemala	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-
Honduras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jamaica	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
México	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
Nicaragua	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Panamá	A	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-
Paraguay	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Perú	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
Uruguay	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
Venezuela	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-

a) Reducción en precio; b) Inexpropiable; c) Reducción en 80 %

Fuente: Gregersen, 1984

Cuadro 39. Incentivos aplicados en los países seleccionados.

Tipos de incentivo	Brasil	Chile	Finlandia	Reino Unido	E.U.A	África del Sur	Portugal	Costa Rica
Directo								
Participación en los Costos								
Efectivo		X	X	X	X		X	X
En especie			X					
Servicio								
Asistencia técnica			X	X	X		X	
Manejo			X					
Créditos blandos			X			X	X	X
Fiscales								
Exención de impuesto	X	X	X	X				X
Reducción del riesgo								
Indirecto								
Financieros								
Servicios			X					
Social								

Fuente: Kosonen *et al*, 1993.

Cuadro 40. Riesgos en la aplicación de incentivos directos a la plantación.

Incentivos	Riesgos en la aplicación	Posibilidades para evitar los riesgos
<i>Contribución a los costos</i>		
Efectivo	Uso de fondos para otras actividades distintas a las de reforestación.	Vinculación de la obtención de fondos con la actividad después de su ejecución:
Subsidios	Distribución injusta de fondos.	* Monitoreo y control.
Réditos blandos		* Provisión de incentivos directos en especie, como plántulas, herramientas y equipos.
		Distribución de fondos para reforestadores que no tengan tantos recursos financieros (particulares, Ejidos / comunidades).
En especie	Uso de insumos para otras actividades distintas a las de reforestación.	Vinculación de la obtención de fondos con la actividad:
Plántulas		* Monitoreo y control.
Herramientas	Distribución injusta de recursos	* Provisión de insumos en forma que no es aplicable en la ejecución de otras actividades.
Equipos	Falta de capacidad y conocimientos para usar insumos	Distribución de fondos para reforestadores que no tengan tantos recursos financieros (particulares, ejidos / comunidades).
Fertilizantes		Garantizar el uso correcto de insumos con la asistencia técnica.
Etc.		Aumentar conocimientos con la capacitación.
<i>Servicios</i>		
Asistencia técnica	No tiene impacto por falta de recursos financieros.	Proporcionar la asistencia técnica como una parte del paquete de incentivos.
Planeación forestal	No utilización de planes de manejo; Cortas clandestinas.	Monitoreo y seguimiento para que se observen planes de manejo.
<i>Fiscales</i>		
Exención de impuestos	Uso de incentivos sin aplicarlos a la actividad forestal.	Otorgamiento de la exención de impuesto después de la realización del trabajo.
	Costos altos por parte de la sociedad.	Educación de los propietarios.
	Falta de protección a las plantaciones establecidas.	Monitoreo y control de la ejecución del trabajo.

Fuente: Kosonen *et al.*, 1993

Cuadro 41. Riesgos en la aplicación de incentivos indirectos a la plantación.

Incentivos indirectos	Riesgos en la aplicación	Posibilidades para evitar los riesgos
<i>Financieros</i>		
Garantías y seguros	El reforestador causa el fracaso del establecimiento de la plantación para obtener la compensación financiera.	Monitoreo del establecimiento de la plantación. Investigación de las causas del fracaso.
Precios regulados	El nivel regulado de precios no corresponde a los costos de inversión; el inversionista no gana suficientes ingresos de su inversión. Demasiado costoso para la industria.	Análisis costo-beneficio del establecimiento y manejo de la plantación forestal.
<i>Servicios</i>		
Capacitación	Distribución injusta. Insuficiente para estimular la actividad. El nivel de capacitación no corresponde a los conocimientos básicos de los reforestadores.	Proporcionar la asistencia técnica como una parte del paquete de incentivos. Verificación del nivel de conocimientos de los reforestadores antes del inicio de la capacitación.
Protección de bosques	Protección de áreas que están bajo producción.	Investigación y búsqueda del área para protección que son ecológicamente importantes, pero que no son indispensables para mejorar la calidad de vida de los propietarios de bosques pequeños.
<i>Sociales</i>		

- Integración de los dos elementos anteriores dentro de un proceso típico de planeación: los componentes necesarios para la operación de un proyecto de plantaciones comerciales, así como los instrumentos de política institucional tendientes a fomentar el desarrollo de la actividad plantadora, se conjuntaron bajo la óptica de un proceso típico de planeación. En otras palabras, partiendo de un diagnóstico general de la actividad forestal en el ámbito nacional, así como del análisis de los antecedentes o casos, cada etapa definida a partir del marco institucional y operativo, dentro de un

proyecto de plantaciones comerciales, se analiza bajo los siguientes elementos:

- *Definición de los objetivos* que debe cumplir cada componente o etapa de una plantación comercial.
- *Análisis de los recursos*, considerando aquellos como mínimos necesarios para el desarrollo de cada etapa del proyecto, en relación con aquellos recursos disponibles.
- *Determinación de las necesidades futuras*, que hayan sido programadas, de acuerdo con el avance de la plantación, durante su horizonte de planeación.

- *Identificación de alternativas posibles, derivado de la disposición de recursos, en relación con los objetivos por cumplir, en cada componente de la plantación.*
- *Análisis de las implicaciones de cada alternativa, al examinar el desarrollo de cada etapa componente del proyecto, en relación con los objetivos generales que se buscan de la plantación.*
- *Selección de las alternativas más adecuadas de acuerdo con las particularidades que implica el desarrollo de un proyecto específico.*
- El análisis individual de cada componente, se enlaza en tiempo y espacio, buscando la sincronización de la plantación, lo cual se acentúa dentro del plan rector del proyecto, como documento básico de planeación dentro de una plantación forestal comercial.

12.14 Resultados

Como se estableció anteriormente, una constante que refleja el éxito de los programas de plantaciones forestales comerciales en diversos países en el mundo radica en la integración de 3 aspectos fundamentales:

- La existencia de un ambiente natural favorable, buscando promover un ritmo de crecimiento acelerado de los árboles en lo individual y las masas arboladas en conjunto. Lo cual y de acuerdo con Jaakko Poyry (1987) a tasas de crecimiento no menores a 15m³/ha/año.
- El relacionado con la política implementada para el desarrollo de las plantaciones; lo cual inicia en una idea de política, su inserción a los objetivos de desarrollo económico que cada país establece y, finalmente, la promoción a través de acciones concretas tales como:

la formulación del marco jurídico, de estímulos y apoyos necesarios a la actividad.

- Finalmente la existencia de organizaciones empresariales, cuya capacidad técnico administrativa, hagan posible generar y operar proyectos específicos de plantaciones forestales comerciales.

En resumen, con la existencia de un ambiente natural favorable, debe existir un proyecto de política nacional que involucre aspectos de orden jurídico y de promoción, buscando que las condiciones generadas, sean favorables para la inversión de organizaciones empresariales o sectores involucrados; con ello y de la acción conjunta, entre el sector oficial y empresas plantadoras, el cumplimiento de los objetivos de desarrollo económico.

En relación con lo antes señalado, se puede establecer que el desarrollo de las plantaciones forestales en México, se basa en el proceso señalado anteriormente, distinguiéndose un medio natural adecuado, un proyecto de política nacional y el establecimiento del marco legislativo y de apoyos a esta actividad.

12.14.1 Las Condiciones Naturales

México, catalogado como un país de vocación silvícola, cuenta con el potencial natural necesario para el establecimiento y desarrollo de proyectos exitosos de plantaciones forestales comerciales.

De acuerdo con la SEMARNAP-b (2000), los sitios más favorables para realizar plantaciones forestales comerciales, son áreas con precipitaciones pluviales y temperaturas promedio mayores a 1000 mm/año y 25°C, respectivamente, suelos profundos sin problemas de alcalinidad y/o acidez y como buen drenaje; condición que

se presenta en la región Golfo Sureste de México, en donde se reporta la existencia de 6 034 000 ha, aptas para estos proyectos.

Sin embargo, cifras del Inventario Nacional Periódico muestran, que el país cuenta con 8 millones de ha favorables para plantaciones de esta naturaleza, lo cual puede aumentar a 12 millones, al considerar aquellas áreas dedicadas al uso agropecuario. Por otra parte, se dice que México mantiene los recursos genéticos necesarios, para fomentar la actividad plantadora; distinguiéndose como el soporte del 10% de la biodiversidad mundial (FAO, 1995).

Finalmente, su localización geográfica, lo ubica estratégicamente cerca de los consumidores de papel y productos forestales en el mundo; Medio Oriente, América del Norte, Cuenca del Pacífico y Europa, principalmente (Eguiluz 1996)¹¹.

Con lo anterior, queda de manifiesto el potencial natural con que cuenta México para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. Situación que se ha venido analizando a detalle desde 1994, año en donde se pone de manifiesto la idea de política tendiente a la promoción de esta actividad.

12.14.2. Instrumentos de Política Nacional

El inicio de las políticas tendientes al fomento de la actividad plantadora en México, se encuentran establecidas en el Programa Sectorial Forestal y de Suelo (1994-2000); en dicho programa se reconoce que el mayor déficit del sector forestal, corresponde a celulosa y papel. Es así que se propone estimular la inversión

para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales, como generador de productos estratégicos para el desarrollo del país; entre ellos, los celulósicos para consumo interno y exportación.

Lo anterior se conjunta con el establecimiento del marco jurídico, a fin de regular y estimular dicha actividad, considerando en esencia los siguientes:

- Las modificaciones realizadas al marco de tenencia de la tierra.
- Los cambios relativos dentro de la legislación ambiental y forestal.
- Por último, el establecimiento de un sistema de apoyos directos e indirectos, de financiamiento y aseguramiento.

En el primer caso, se tiene la modificación al Artículo 27 Constitucional y las modificaciones a la Ley Agraria, con lo cual:

- Culmina el reparto agrario, brindando seguridad jurídica en la tenencia de la tierra.
- Se establece la pequeña propiedad forestal (800 ha).
- Se da paso a la creación de sociedades mercantiles, considerando la asociación entre el capital privado con la propiedad social (ejidos y comunidades), tendientes al desarrollo de proyectos de hasta 25,000 ha.

Dentro del marco ambiental y forestal, se tiene la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEPA), así como Ley Forestal; en ambos casos, considerando su reglamento.

- Dentro de la Ley Forestal, se regula el establecimiento de plantaciones forestales basado en rangos de superficie: hasta 20 ha, mayores a 20 y menores a 250 ha, y finalmente superficies mayores a 250 ha.

¹¹ Comunicación Personal

- Acorde a lo anterior, dentro de los estudios tipificados para cada caso, los requerimientos en materia de impacto ambiental, se conjugan con los señalados dentro de la Ley Forestal.

Finalmente, el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales (PRODEPLAN), que inicia y opera desde 1997, contempla el apoyo directo a programas de plantaciones de esta naturaleza; lo anterior para su establecimiento y mantenimiento.

Otros apoyos orientados a la promoción de esta actividad, se ofrecen por la SHCP, a través de los denominados incentivos fiscales¹²; financiamiento en condiciones favorables por FONAES, FIRA y BANRURAL; y esquemas de protección a la plantación por AGROASEMEX.

Una vez revisados los dos aspectos anteriores, se puede concluir que en México, se ha seguido un proceso adecuado al desarrollo de las plantaciones forestales comerciales, como una actividad económica en proceso de consolidación. En ello se ha identificado la legislación aplicable y finalmente se ha mantenido un mecanismo de promoción mediante apoyos directos, la formulación del sistema de incentivos fiscales, así como de financiamiento y aseguramiento; lo anterior acorde a la experiencia internacional.

Las acciones señaladas anteriormente, han generado un cambio radical dentro de la actividad plantadora en México; de la década de los 30s a los 80s, únicamente se registraron 3 casos aislados de plantaciones forestales comerciales con una superficie aproximada de 10 000 ha. Posterior a esta fecha, y de 1997 al momento, se tienen

registrados 148 proyectos de plantaciones forestales comerciales apoyados en forma directa, con una superficie total de 18, 425 ha (CONAFOR, 2002).

Con lo anterior, se ha vislumbrado el ambiente externo prevaleciente a toda organización plantadora, el cual esta representado por condicionantes y limitantes que debe retomar, buscando el ambiente natural más favorable para el desarrollo de su proceso técnico administrativo de producción, insertado dentro del marco jurídico que lo permita, buscando los estímulos y financiamiento que lo favorezca.

Lo antes expuesto, constituye el punto de partida para el establecimiento del proceso de planeación de plantaciones comerciales. Este proceso establece los elementos internos a la organización, buscando la eficiencia de su proceso técnico de producción, dar certidumbre a la inversión durante el periodo de maduración del arbolado y finalmente asegura el cumplimiento de los objetivos planteados.

Finalmente, es preciso señalar que el proceso generado, objeto de desarrollo del presente trabajo, no debe verse como una estructura rígida que pretenda fomentar una serie de pasos consecutivos ha seguir para alcanzar un objetivo específico, si no mas bien como un elemento flexible del que se pueden extraer los elementos de interés, modificarse la estructura en forma parcial o bien considerarse en su totalidad de acuerdo con las particularidades de cada proyecto.

12.14.3. El proyecto de plantaciones forestales comerciales

Con la determinación del ambiente externo a las organizaciones o empresas plantadoras, constituido por las condiciones

¹² Los estímulos fiscales, se tipifican en forma detallada dentro del documento "Estímulos Fiscales al Sector Silvícola" de la SHCP

naturales existentes para establecer Plantaciones Forestales Comerciales, así como el ambiente de política establecido por el sector oficial (consolidado por sus instrumentos de política), corresponde establecer al interior de cada una de ellas, la formulación de un plan rector de la plantación, el cual busca, entre otras cosas:

- Establecer los objetivos centrales del proyecto, y con ello, su viabilidad en relación con el ambiente externo como interno de la empresa.
- Con lo anterior, la evaluación, análisis y en su caso, desarrollo de los elementos legales, de mercado, técnicos, administrativos, ambientales y financieros, necesarios para desarrollar y operar el proyecto.
- Finalmente, establecer las estrategias necesarias, a fin de reducir las posibles incertidumbres que se tengan o surjan con el avance del proyecto.

Así, el plan rector de la plantación, puede definirse como un instrumento de planeación que involucra todos los aspectos componentes de la misma, los recursos necesarios para su ejecución, así como su integración jurídico-administrativa; lo anterior en tiempo y espacio dentro de un proceso cíclico de producción, sujeto de retroalimentación y modificaciones con el avance del proyecto¹³ sin perder la idea básica planteada dentro de los objetivos establecidos por la organización.

Bajo esta óptica, se estructuró el proceso de planeación de plantaciones forestales comerciales que engloba e integra los aspectos institucionales que se han generado para favorecer el desarrollo de esta actividad, así como internos dentro de

una empresa plantadora; en dicho proceso se distinguen ocho etapas primarias, las cuales se componen de sub-etapas o etapas secundarias, lo cual se establece dentro del Cuadro 39.

Dentro de la columna 1, se distinguen las etapas primarias que integran dicho proceso; en la columna dos, se establecen los elementos secundarios o sub-etapas a cada componente primario. Por último, y con la finalidad de visualizar aquellos componentes establecidos por el sector oficial para la promoción de la actividad plantadora, de aquellos que debe desarrollar la empresa plantadora, se establece la columna tres, dentro de la cual se hace la distinción sobre política nacional y empresarial.

En el caso de política nacional, se debe considerar que son condiciones externas a las organizaciones plantadoras, desarrollados por el sector oficial, para estimular las plantaciones forestales comerciales; en este sentido, cada proyecto específico, buscará su análisis a fin de acceder a los apoyos existentes, que favorezcan su proceso técnico administrativo, en apego a la legislación establecida.

En el segundo caso, la empresa plantadora tendrá que desarrollar un proceso técnico administrativo propio a fin de iniciar desarrollar y operar una plantación forestal comercial.

Una vez que se ha establecido lo anterior, a continuación se desarrolla en forma general, cada una de las ocho etapas referidas dentro de la columna 1 del Cuadro 42; aspectos relativos al proceso de Una vez que se ha establecido lo anterior, a continuación, se desarrolla en forma general, cada una de las ocho etapas

¹³ Lo anterior en virtud de los periodos de maduración necesarios para obtener las materias primas; tiempo dentro del cual puede existir, cambios en política, catástrofes naturales y problemas sociales entre otras cosas.

planeación de plantaciones forestales comerciales que fueron identificados.

Debe quedar claro que los proyectos de plantaciones forestales comerciales, son distintos, por lo cual los aspectos de planeación señalados en dicho cuadro, deben ser acotados en función de la magnitud del proyecto. En este sentido, para proyectos de gran magnitud, los requerimientos tocantes al desarrollo de un diagnóstico indicativo, estudio legal, estudio de mercado, de localización, entre otras cosas, tendrán que basarse en estudios más detallados, considerando así mismo el desarrollo de un proceso tecnológico propio; en el caso opuesto, con plantaciones forestales pequeñas, la exploración preliminar y los procesos tecnológicos, se beneficiarán de aquellos desarrollados por los sectores oficiales, buscando la adopción y en su caso modificación de los procesos tecnológicos existentes.

12.14.3.1. Diagnóstico indicativo

Las plantaciones forestales comerciales en el país, han surgido como un proyecto nacional tendiente al desarrollo del sector forestal en México, en el cual se pueden distinguir cuatro eventos fundamentales:

- Una crisis forestal a escala nacional, caracterizada por una baja productividad, demanda industrial insatisfecha, déficit en la balanza comercial y pobreza extrema en diversas regiones forestales del país, a la par de una pérdida constante de áreas forestales en la búsqueda de otras alternativas productivas como la agricultura y ganadería, principalmente.
- Establecimiento de un proyecto de política nacional, tendiente al desarrollo de plantaciones forestales comerciales, como promotor del desarrollo forestal.

- Formulación del marco legislativo, a fin de brindar seguridad jurídica a las plantaciones forestales comerciales.
- Promoción del desarrollo de plantaciones comerciales, a través de un programa nacional, involucrando apoyos directos en capital, apoyos indirectos y estímulos fiscales entre otros; lo cual busca el desarrollo del sector forestal.

Los eventos establecidos anteriormente, constituyen aspectos de evaluación que toda empresa plantadora en México debe de conocer, buscando visualizar las condiciones actuales derivadas de la política nacional, que marquen la pauta para el desarrollo de una plantación forestal comercial en particular, en relación con el tipo de empresa plantadora. Así y de acuerdo al proceso de planeación, se hace necesario establecer un diagnóstico indicativo a dos niveles:

- Diagnóstico general del sector forestal en México.
- Diagnóstico de la situación actual de la empresa.

Lo anterior dará una comprensión global de la necesidad de plantaciones forestales comerciales en el ámbito nacional y si se hace prudente la ejecución de un proyecto de esta naturaleza dentro de una organización empresarial en particular; estableciendo si las condiciones actuales del país y de la empresa favorecen el desarrollo de un proyecto específico, así como un análisis de los recursos disponibles y las restricciones, a fin de plantear objetivos reales ha desarrollar.

12.14.3.2. Definición de objetivos

Habiendo determinado que está justificado el desarrollo de una plantación forestal comercial, como una consecuencia del diagnóstico indicativo general sobre el

sector forestal nacional, así como de su magnitud (en cuanto a los alcances de la organización), concierne ahora la especificación del proyecto, lo cual se fundamenta en la determinación de los objetivos que deben ser alcanzados con el desarrollo de la plantación.

La determinación de los objetivos, engloba un análisis de actividades tendientes a la obtención de la materia prima para una industria o mercado en especial, los recursos para lograrlo, así como las restricciones que se tengan. En otras palabras, para la determinación de los objetivos debe tenerse claro: el mercado o bien la industria de abastecimiento; las necesidades de materia prima según sea el caso (demanda insatisfecha de la industria en un mercado específico, o capacidad instalada en lo correspondiente a una industria de la organización); los recursos naturales, económicos y humanos, entre otros, con que cuenta la organización; los recursos necesarios para la ejecución de la plantación; el proceso técnico a seguir; finalmente, las restricciones de orden jurídico, administrativo, económicos o naturales que se puedan tener, entre otras cosas.

Es por lo antes señalado que los objetivos de un proyecto de plantaciones forestales comerciales deben ser claramente definidos, altamente cuantificables y alcanzables, sin olvidar que pueden estar sujetos a modificaciones con el avance del proyecto.

Bajo el contexto de una plantación comercial, se tiene una gama de objetivos los cuales se agrupan en tres niveles jerárquicos dentro del proyecto:

- Objetivos generales de la organización, a altos niveles administrativos.
- Objetivos específicos de cada elemento integrante de la organización, a niveles medios de la administración.
- Objetivos individuales de desempeño y desarrollo personal.

Estos niveles de objetivos tienen que formar una red de flujo en sentido vertical y horizontal, por lo que deben mantenerse interconectados y sustentados entre sí, a fin de fijar las rutas dentro de cada unidad y lograr con ello resultados y acontecimientos deseados en la plantación.

En forma global, los objetivos generales deben buscar básicamente satisfacer tres elementos de suma importancia:

- La máxima rentabilidad financiera de la plantación.
- La cantidad y tipo de producto para satisfacer una demanda (donde se establecen elementos de superficie a plantar y volúmenes requeridos, dentro del tiempo establecido).
- El desarrollo sustentable de la zona de plantación, donde se definen elementos de interés económico en el ámbito nacional, a fin de mantener relación con los objetivos de desarrollo nacional.

Cuadro 42. Componentes primarios y secundarios del proceso de planeación de plantaciones forestales comerciales.

Etapas primarias	Etapas secundarias	Nivel de observación
Diagnostico indicativo	Diagnostico de sector forestal mexicano	Política nacional
Definición de objetivos	Diagnostico de la situación actual de la empresa	Empresarial
	Objetivos generales	Empresarial
	Objetivos por unidad de producción	
	Objetivos individuales	
Estudio legal	Marco legal ambiental y forestal	Política nacional y empresarial
	Marco de tenencia de la tierra	
	Marco de financiamiento y estímulos	
	Marco de sociedades mercantiles e inversión extranjera	
	Otras leyes	
Estudio de mercado	Definición del producto	Política nacional y empresarial
	Demanda	
	Oferta	
	Comercialización	
Proceso técnico	Localización de la plantación	Empresarial
	Tamaño de la plantación	
	Ingeniería de la plantación	
Proceso administrativo	Organización	Empresarial
	Dirección	
	Integración	
	Control	
Impacto ambiental	General	Política nacional y empresarial
	Recursos asociados	
Evaluación financiera	Costos	Empresarial
	Beneficios	
	Flujo efectivo	
	Indicadores financieros	
	Financiamiento	

12.14.3.3. Estudio Legal

El impulso a las plantaciones comerciales, es parte de la política forestal implementada en los últimos años por la administración pública federal. Así, el desarrollo de estas plantaciones sugiere la existencia de terrenos aptos y extensos, cuya seguridad jurídica sobre la propiedad y apoyos institucionales, aseguren la inversión y el logro de utilidades atractivas para las partes interesadas en la producción.

En México, han sido identificadas 12 millones de ha, con alto potencial para el

desarrollo de plantaciones comerciales, es decir, para el establecimiento de áreas arboladas en terrenos desprovistos de vegetación (SEMARNAP-a, 1998).

Lo anterior, tiene una base jurídica fundamentada en las modificaciones al Artículo 27 Constitucional y la expedición de la nueva Ley Agraria, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley Forestal y su Reglamento, Normas Oficiales Mexicanas, Marco de Financiamiento y Estímulos, así como otras leyes¹⁴. Con ello, son abordados los

¹⁴ Entre ellas, la Ley de Sociedades Mercantiles, Ley Federal del Trabajo y Ley de Inversiones Extranjeras, principalmente.

principales aspectos legales, los cuales deben estudiarse en el desarrollo de plantaciones comerciales:

- Marco Legal de Tenencia de la Tierra.
- Marco Legal Ambiental y Forestal.
- Marco de Financiamiento y Estímulos.
- Marco de Sociedades Mercantiles e Inversión Extranjera.
- Marco Legal Laboral.
- Marco Fiscal.

12.14.3.4. Estudio de Mercado

El estudio de mercado, constituye la recopilación y análisis de los antecedentes que permiten estimar y precisar la conveniencia de producir un determinado producto a fin de satisfacer una necesidad; en un concepto más amplio, constituye el estudio de todas aquellas variables de tipo macro y microeconómico, que tienen asociación con el desarrollo futuro del proyecto, pudiendo comprender además la investigación de algunas variables sociales y económicas que condicionan el proyecto, aunque sean ajenos a éste (ILPES, 1987).

Bajo la concepción anterior, es perfectamente enmarcado un estudio de mercado, tendiente al desarrollo de una plantación forestal comercial; lo anterior, ya que las plantaciones comerciales, nacen a partir de un proyecto de política nacional, donde existen elementos de análisis del orden macroeconómico (en todo país, involucrado así mismo la globalización del mercado de las materias primas forestales, que a la fecha es ya una realidad), establecidos en regiones o áreas específicas donde influyen variables microeconómicas (a escalas regionales dentro de las provincias de México), a lo que se puede sumar la influencia social, política, legal, etc., que las reforestaciones comerciales generan en diversos sectores en todo el

país, así como el área de influencia de éstas.

La exigencia fundamental del estudio de mercado, contempla la manipulación de datos confiables que hagan posible, entre otras cosas: la definición del producto, área de mercado, demanda, oferta, precios y comercialización.

La definición del producto o materia prima a ser elaborada dentro de una plantación comercial, consiste en precisar las características técnicas (anatómicas y tecnológicas) que el arbolado debe reunir, a fin de satisfacer las requerimientos de tipo y calidad de materia prima de una industria en cuestión, por lo que debe existir una estrecha relación entre el producto y la industria.

Por otra parte, el área de mercado delimita geográficamente los sitios específicos en los cuales será posible la comercialización de los productos obtenidos de la reforestación. Al considerar la localización geográfica de México, es posible pensar en cualquier área de mercado, en ellos regional, nacional o internacional

Con la especificación del producto y área de mercado, corresponde ahora la cuantificación de las necesidades de materia prima de la industria forestal específica, dentro del mercado, lo cual constituye la demanda. En México, las plantaciones forestales comerciales apenas inician, por lo que el producto puede ser comercializado con flexibilidad, y las plantaciones forestales comerciales, tienden a satisfacer la demanda interna de estos productos, sustituyendo importaciones o aprovechamiento en bosques naturales.

Posterior a la demanda, debe ser evaluada la oferta, que constituye la cantidad de

madera llevada a un tipo específico de industria, a partir de bosques nativos, o bien de plantaciones comerciales, dentro de una región del país, a escala nacional o en su caso, en mercados mundiales; considerando en esencia el nivel de precios, lo cual se relaciona directamente con el nivel de precio proyectado por un proyecto en particular.

El estudio de mercado, permite establecer el precio del producto o materia prima maderable de producción, a partir de elementos internos como externos de la plantación.

El precio de venta, está en función del costo de producción, considerando su ajuste a partir de elementos de política económica; entre ello, los estímulos fiscales y apoyos directo a las plantaciones forestales comerciales, tomando como parámetro los precios en los mercados internacionales.

Con la determinación del área de mercado por abastecer, la demanda por utilizar, la cantidad de producto por ofrecer, corresponde establecer el mecanismo por el cual el producto será llevado a los consumidores, constituyendo la comercialización del producto. Valorando los mecanismos jurídicos para hacer llegar el producto a su consumidor, la forma de presentación del producto, las rutas a seguir, el transporte por utilizar, los tiempos necesarios de llegada y, finalmente, los costos derivados. No se debe olvidar que cada canal de comercialización definido, debe precisar su ruta y su costo total¹⁵.

¹⁵ La planeación de los canales de comercialización, puede fungir como una diferencia básica entre los bosques nativos con respecto a los bosques derivados de plantaciones comerciales; en el primer caso y dentro de nuestro país, puede constituir hasta el 70% del valor total de la madera, lo cual pretende ser eliminado en gran medida dentro de los costos de comercialización en una plantación forestal.

12.14.3.5. Proceso Técnico

Hasta este punto, han sido evaluados factores de orden político, económico y social, necesarios y como punto de partida para la realización de un análisis interno de una organización plantadora, en la que se determine la conveniencia de generar una plantación forestal comercial, así como los objetivos que la misma debe plantearse.

A partir de ello toca ahora el precisar los mecanismos técnicos que hagan posible el establecer y operar una plantación forestal comercial, bajo las perspectivas y/o objetivos que la empresa plantadora busque.

Lo antes expuesto se presenta en el Cuadro 43, dentro del cual se indica, en forma precisa, la composición y forma de abordar el Proceso Técnico de Producción.

Relativo a esta base, se analiza el proceso técnico a seguir para el desarrollo de una plantación forestal comercial; sobre el cual, la planeación de la misma, debe retomar los elementos necesarios acordes a los recursos y apoyos que se tengan, para operar una plantación específica obedeciendo principalmente a su magnitud (en cuanto a superficie por plantar), realizando así una estructura técnica propia del proyecto.

Localización de la Plantación

La localización, se refiere a la determinación de la región y los terrenos precisos donde se ubicará la unidad de producción proyectada (Sapag y Sapag, 1985), cuyo objetivo es establecer los elementos de análisis para precisar el lugar más adecuado u óptimo al proyecto de plantación. La determinación del sitio de ubicación de un proyecto de plantaciones forestales comerciales, se debe llevar a cabo en dos

Cuadro 43. Componentes del Proceso Técnico de Producción de una Plantación Forestal Comercial.

	Primer nivel	Segundo nivel
Proceso técnico	Localización de la plantación	Macrolocalización (en ámbito regional) Microlocalización (sitios de plantación)
	Tamaño de plantación	Economías de escala
	Ingeniería de la Plantación	Elección de especies Turno Producción de planta en vivero Establecimiento de la plantación Mantenimiento de la plantación Cosecha y reiniciación El mejoramiento genético y la investigación Infraestructura y equipo necesario

etapas; en la primera de ellas se selecciona un área o región específica donde se estima conveniente localizar la plantación (macrolocalización); en la segunda, se eligen los sitios precisos para realizar la reforestación (microlocalización).

En este proceso, es necesario aclarar que el área general y los sitios específicos elegidos para el establecimiento del proyecto, pueden determinar su éxito o fracaso; no solamente en virtud de las condiciones ambientales (imprescindibles dentro de un proyecto de plantaciones comerciales), sino en otras consideraciones de tipo social, político-legal y económico, principalmente, los cuales inciden en forma directa o indirecta al proyecto¹⁶. Por lo

anterior, la localización general y específica de los sitios útiles al proyecto, está condicionada al análisis de diversos factores de localización, entre los que se tiene:

- Técnico-naturales, considerando el medio ambiente, la especie elegida y distancias de plantación a la industria.
- Sociales, dentro de los que se puede establecer la estabilidad social, actitud de la comunidad al proyecto, principalmente.
- Económicos y de política, entre los que se tiene, disponibilidad de tierra al proyecto, costos, política regional y legales principalmente.

¹⁶ Aunque estos factores pudieran no ser relevantes en cuanto al fracaso de la plantación, pueden generar efectos desfavorables reflejados en diversas formas: retrasos en los tiempos establecidos y aumento en los costos, entre otros factores.

12.14.3.6. Tamaño de Plantación

El tamaño óptimo de la plantación expresa, en términos generales, la superficie total por plantarse, en otras palabras, el área anual de plantación por su periodo de rotación o turno establecido. Para determinar lo anterior, se requiere del análisis objetivo de varios factores reflejados en el estudio de mercado y otros determinados por la organización empresarial misma.

Se parte del objetivo general de la plantación, distinguiéndose posteriormente dos niveles generales: la capacidad potencial y su capacidad para operar la plantación, buscándose la optimización de los factores financieros y administrativos dentro del primer nivel, en función de los elementos técnicos que definen la capacidad operativa de la plantación.

Así, la determinación del tamaño óptimo de la plantación se realiza a partir de una primera estimación, en función de los factores que se estima imponen una mayor restricción (capital); posteriormente se efectúan los ajustes en función de los factores técnicos.

12.14.3.7. Ingeniería de la Plantación

En el presente capítulo se estudian los principales rubros de carácter meramente técnico que es necesario realizar como parte de la formulación de la plantación, los cuales adoptan la información de orden político, de financiamiento y estímulos, legislativo y económico principalmente, a fin de generar un proceso técnico de producción.

Los principales componentes, referentes a la ingeniería de la plantación, son

abordados en el Cuadro 44. Sobre la base definida, es posible:

- Generar un proceso o sistema de producción en el que se conjuguen los objetivos industriales con:
 - Las características biológicas de la especie(s) elegidas.
 - La definición del sistema de producción acorde con las características biológicas de la(s) especies elegida(s).
 - Las condiciones de suelos necesarios para la plantación (con lo que se definan las actividades de preparación del terreno o específicamente los sitios de plantación).
 - El mecanismo operativo para la plantación.
 - El tiempo necesario de maduración del arbolado y actividades de mantenimiento en la plantación durante este periodo de tiempo (turno o periodo de rotación).
 - Finalmente, los mecanismos de cosecha y reiniciación.
- De lo antes expuesto, las necesidades de insumos, maquinaria y equipo necesario para el desarrollo de cada actividad operativa, que conlleva a su obtención, calidades requeridas, costos, lugares de obtención, entre otros.
- Las adaptaciones tecnológicas, que reorienten el proceso técnico, basados en un programa de mejoramiento genético y de investigación.
- Finalmente, las necesidades de mano de obra general y especializada, así como servicios auxiliares, entre otros aspectos.

En la realización de la ingeniería del proyecto, se debe mantener un proceso de retroalimentación en la información, ya que de los resultados de la implementación de algunas actividades, serán orientadas las

subsecuentes, cuyos efectos igualmente confirman o reorientan las actividades iniciales. Lo anterior hasta la instalación definitiva del proceso de ingeniería por seguirse.

Cuadro 44. Componentes del proceso de Ingeniería de una Plantación Forestal Comercial.

Componentes primarios	
Ingeniería de la Plantación	<ul style="list-style-type: none"> • Elección de especies • Turno • Producción de planta en vivero • Establecimiento de la plantación • Mantenimiento de la plantación • Cosecha y reiniciación • El mejoramiento genético y la investigación • Infraestructura y equipo necesario

12.14.3.8. Proceso Administrativo

Definidos los elementos de orden jurídico y técnico que deben seguirse para el establecimiento de una plantación forestal comercial, toca ahora definir la estructura de la organización, a fin de establecer un sistema formal del papel a realizar (puesto) que cada miembro integrante de la misma ha de desempeñar; por otra parte, la tarea de cubrir los puestos de dicha estructura y, finalmente, el establecimiento de la medida de desempeño de cada puesto, con lo que sea posible cumplir con los objetivos proyectados.

En otras palabras, se debe definir los elementos administrativos que dan estructura formal a la organización de la empresa plantadora, basada en la organización, integración, dirección y control.

La organización consiste en generar un sistema formal de puestos que los individuos han de desempeñar, a fin de que el trabajo en conjunto se sume para el

cumplimiento de los objetivos de la empresa. Los puestos se conjugan para el establecimiento de los denominados departamentos, que a su vez y en suma constituyen la estructura de la organización.

Definida la estructura de la organización toca ahora cubrir los puestos para cada departamento, lo cual constituye la integración; elemento humano de la organización, la cual debe considerar los perfiles técnicos, personalidad y experiencia para el debido cumplimiento de las funciones definidas dentro del departamento, así como las condiciones internas como externas a la organización.

El tercer componente del proceso administrativo es, en esencia, un mecanismo de influir sobre los individuos componentes de la organización, a fin de buscar su voluntad y con ello el logro de los objetivos de la organización; la dirección de la estructura generada en un proyecto de plantaciones forestales comerciales requiere de dos niveles: sobre los niveles de decisión y sobre los niveles operativos. En este sentido, cuanto más compleja sea la estructura deben establecerse las bases para el desarrollo de programas de motivación que fomenten la creatividad e innovación. Lo anterior requiere de un programa estratégico permanente basado en las teorías modernas de la administración.

La última etapa del proceso administrativo, consiste en la medición del nivel de desempeño de cada área o de la organización, buscando el cumplimiento de los objetivos individuales, hasta los objetivos generales de toda la organización, para lo cual es necesario el establecimiento de un proceso de control; sistema de retroalimentación por medio del cual existe una medición del desempeño con respecto

a estándares mínimos preestablecidos, a fin de establecer el seguimiento a los planes iniciales, o en su caso, generar las correcciones necesarias a las desviaciones, con respecto de los estándares preestablecidos, buscando que la suma en este proceso garantice el cumplimiento de los objetivos.

12.14.3.9. Impactos Ambientales

Recientemente se ha generado la concepción de que todo proceso de desarrollo que tenga como fundamento el aprovechamiento de los recursos naturales, debe hacerse en forma sostenida; concepto en el cual se tiene implícito el equilibrio entre la equidad social, viabilidad en términos ecológicos y eficiencia económica. Los ecosistemas forestales inducidos por el hombre, dentro de ellos las plantaciones forestales comerciales, cumplen con esas funciones.

Por otra parte, las plantaciones forestales comerciales en su establecimiento y desarrollo, son proyectos que buscan, en primera instancia, el beneficio económico y social, a través del cumplimiento de diversos objetivos, destacando la generación de bienes materiales en forma de madera para uso directo o transformación dentro de la industria forestal.

Lo anterior trae, en forma implícita, una variedad de impactos ambientales favorables al medio natural (denominados servicios ambientales) que son poco conocidos, pero a la fecha, objeto de estudio y en proceso de valoración económica. Sin embargo, y para el logro de estos beneficios, la principal premisa que debe considerarse es que el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales debe llevarse a cabo en terrenos marginados por otras actividades

productivas (agricultura y ganadería)⁴. La literatura especializada ha hecho alusión a los siguientes impactos ambientales:

- Captura y retención de carbón.
- Protección de cuencas y recarga de mantos acuíferos (mantenimiento del régimen hidrológico).
- Protección de la biodiversidad en relictos de bosques y selvas.
- Protección del suelo contra la erosión
- Enriquecimiento de la biodiversidad en los terrenos plantados.

Dichos beneficios son intangibles, siendo complicada su medición en términos monetarios; sin embargo, en la actualidad son considerados como un servicio ambiental que deben ser valorados económicamente.

Otro tipo de benéficos derivados del establecimiento de plantaciones comerciales son los económicos y sociales.

Dentro de los beneficios económicos se tiene: reactivación económica local y regional, reducción de la balanza comercial y aumento al PIB forestal, captación de ingresos fiscales (vía impuesto sobre la renta), reducción de los costos de extracción y transporte de productos forestales, abasto de materia prima para la industria forestal instalada, optimización de la capacidad productiva del suelo, obtención de productos secundarios, entre otros.

Dentro del rubro de los beneficios sociales, entre otros se tiene: desarrollo de actividades recreativas y fomento a la cultura forestal, desarrollo de actividades científicas y educación, generación de empleos, introducción de servicios,

⁴ Esta condición se regula dentro del Artículo 19 Bis 3 de la Ley Forestal.

producción de energía, finalmente integración y desarrollo social.

Los bosques inducidos trae consigo la recuperación de la belleza escénica del ambiente físico, lo cual atrae diversos núcleos sociales que buscan los ambientes generados por la cubierta vegetal protectora. Por otra parte, las plantaciones forestales comerciales, deben ser consideradas como un detonante de la actividad forestal en México, sumergida en una problemática ambiental, económica y social; en este sentido, el carácter de sostenibilidad que representa esta actividad, se ha venido difundiendo paulatinamente a la población, lo cual cambiará el modelo de cultura forestal existente. Sin embargo, es prudente señalar que las acciones que se emprendan, deben atenderse adecuadamente, a fin de no impactar en forma negativa y ocasionar graves retrasos al desarrollo de las plantaciones.

12.14.3.10. Evaluación Financiera

Una plantación comercial, es un proyecto de inversión del cual se espera una máxima rentabilidad; por lo cual y antes de su realización, debe tenerse presente su viabilidad, determinada a través de un proceso metodológico que permita orientar las decisiones referentes al uso del capital y recursos por invertir, buscando con ello el lograr los objetivos de la organización.

Para lo anterior, es necesaria la realización de un análisis financiero, que determine si el plan inicial o propuesto, presenta un sustento técnico, jurídico y administrativo, que permita establecer el destino de la inversión, así como su retorno; reduciendo con ello la incertidumbre acerca del uso del capital.

El análisis financiero comienza con la definición general de los elementos técnicos que componen el proyecto; su transformación en términos monetarios y ubicación en tiempo, de acuerdo a su ocurrencia dentro del horizonte de planeación; con ello, la generación de un modelo que relacione en forma algebraica los costos derivados de la plantación, así como los beneficios obtenidos; finalmente, el cálculo de los indicadores financieros.

En forma puntual se tiene:

- Determinación de las etapas productivas a lo largo del periodo de rotación.
- Transformación a términos monetarios (diferenciando aquellos que generan costos con respecto a los que generan beneficios).
- Generación del flujo de capital considerando la diferencia algebraica derivada de los beneficios y los costos totales.
- Empleo de las cifras resultantes del flujo de capital, para la determinación de los indicadores financieros (VAN, TIR, B/C).

12.14.3.11 Conclusiones

Las plantaciones forestales comerciales, surgen como un proyecto de política nacional, tendiente a fomentar el desarrollo de la actividad plantadora en México, y con ello reactivar el sector forestal, a través de la producción de madera para celulosa y madera para aserrío, que substituyan las importaciones, fomenten la conservación de los bosques nativos y generen indicadores económicos favorables.

Las modificaciones al marco jurídico (forestal, ambiental y de tenencia de la tierra), el establecimiento del PRODEPLAN, y con ello, la emisión de los apoyos directos a la actividad, el

establecimiento de un sistema de incentivos fiscales, de financiamiento y de aseguramiento, constituyen los instrumentos de política nacional para la promoción de las plantaciones forestales comerciales.

Las plantaciones forestales comerciales son proyectos que deben contemplar el desarrollo de un proceso tecnológico, insertado dentro del marco jurídico que lo permita, considerando los apoyos existentes que lo favorezcan y lo hagan rentable.

El proceso de planeación de las plantaciones forestales comerciales, se basa en el desarrollo de un plan rector, el cual es un documento técnico de planeación que integra el análisis y desarrollo de los aspectos externos e internos a la organización, respectivamente.

Las condiciones externas, constituyen aspectos de análisis dentro del proceso de planeación, que condicionan el desarrollo del proyecto, teniéndose entre ellas, el diagnóstico indicativo del sector forestal nacional, el marco legal y de promoción, el estudio de mercado, y las condiciones naturales prevalecientes.

Las condiciones internas de la organización, que consideran el diagnóstico indicativo de la empresa misma, la definición de objetivos, el proceso técnico de producción, el proceso administrativo y la evaluación financiera del proyecto, son los elementos internos de desarrollo dentro del proceso de planeación.

El plan rector de la plantación, debe ser un elemento flexible y de análisis continuo, sobre el cual se incorporen los cambios que se generen en el ambiente externo, así como los que surjan con el desarrollo del proyecto al interior de la organización. Lo

anterior sin perder la idea original plasmada dentro de dicho plan.

Por su naturaleza, cada proyecto de plantación forestal comercial, es único, y su planeación, desarrollo y operación, es un proceso continuo de adaptaciones técnico administrativo, que debe buscar un proceso técnicamente definido como industrial.

Por su magnitud, cada proyecto de esta naturaleza, debe sustentar su proceso en sistemas propios acordes con la rentabilidad financiera, sin perder la idea original de planeación.

12.15. Literatura Citada

ARTEAGA MARTÍNEZ, B. 1990. Necesidades técnicas del sector para favorecer el establecimiento de plantaciones. En: Plantaciones Forestales, IV Reunión Nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México D.F. pp.66.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 1995. Decreto por el que se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. p 96.

EGUILUZ PIEDRA., T. 1990. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. En: Memoria. Mejoramiento Genético y Plantaciones Forestales. 1990. Lomas de San Juan, Chapingo, Méx. pp.188-207.

ENRÍQUEZ QUINTANA, M.; EQUIHUA, B.1981. Aspectos socioeconómicos de las plantaciones forestales. En: Memoria de la segunda reunión nacional de plantaciones forestales. Publicación Especial no. 33. INIF. México. pp 71-98.

- EVANS, J. 1992. Plantation forestry in the tropics. Second edition. Clarendon, Oxford, England. 403p.
- FAO. 1995. Estudio de revisión del sector forestal y conservación de recursos. Numero de Reporte 13114-ME. Oficina Regional de América Latina y el Caribe. pp. 159.
- GREGERSEN H. M. 1983. Incentives for forestation: A comparative assessment. En: Proceedings of an International Symposium Strategies and Designs for a Aforestation, Forestation and Tree Planting. K.F. Wiersum. 19-23 September 1983. Wageningen, Netherlands. pp. 301-311.
- HENIN. 1990. Proyecto de tesis doctoral; en prensa. pp. 43.
- ILPES (Instituto Latinoamericano de Planificación Económica). 1987. Guía para la presentación de proyectos. 9ª edición, México siglo XXI. México, D.F. 168p.
- JAAKKO POYRY. 1987. Fast-Growing plantations-impact on the international Market Pulp. Lineboard and Wood face Paper Businesses. Helesinki, Finland. 169p.
- KOSONEN, M.; P. LEHTONEN; M. SIMULA; V. SOSA CEDILLO. 1993. Estudio Internacional sobre los Estímulos Fiscales y otros Incentivos para el Desarrollo de Plantaciones Forestales para Analizar su Posible Aplicación en México. Acuerdo de cooperación en materia Forestal México-Finlandia. Octubre 1993. Helsinki, Finlandia. 25p.
- LEGISLACIÓN AGRARIA. 1997. Editorial Sista. México. 303p.
- MUSÁLEM, M.A. 2002. Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp. ix-x.
- MUSÁLEM, M.A. 2002. Necesidad de las Plantaciones Forestales. En: Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp 1-19.
- OLAYO, M.A. 1994. Normatividad para el establecimiento de plantaciones forestales en México. En: Memoria de la IV reunión de plantaciones forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. SARH. México, D.F. pp. 14-20.
- PATÍÑO VALERA, F. 1994. Algunas experiencias de investigación y desarrollo de tecnologías para plantaciones forestales. En: Memoria de la IV reunión de plantaciones forestales. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, SARH. México, D.F. pp. 233-269.
- PODER EJECUTIVO FEDERAL. 1996. Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D. F. p. 79p.
- RAMÍREZ MALDONADO, H.; ZEPEDA BAUTISTA, M. 1990. Rendimiento de especies forestales para producir madera: actualidades en México. En: Plantaciones Forestales, IV Reunión Nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México D.F. pp.66.
- RODRÍGUEZ R., F. 1986. ¿Por qué no hay plantaciones forestales en México?. En: Primera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Memoria. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestal. 1978. D.F. México. p.383.

SAPAG C., N. C.; SAPAG, R. 1985. Fundamentos de preparación y evaluación de Proyectos. Mc. Graw. Hill. México xp.

SEMARNAP. 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México, D.F. p.244.

SEMARNAP. 1998. Ley Forestal y su Reglamento. México, D.F. pp.168

SEMARNAP-a. 1998. Programa de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN). México, D.F. p. 20.

SEMARNAP-b. 2000. Producción forestal e incentivos para el bosque natural y plantaciones comerciales. Dirección General Forestal. México, D.F. p. 125.

SEMARNAP-c. 1997. PRODEPLAN, Programa de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. México, D.F. pp. 14.

SEMARNAP-d. 2000. Beneficios ambientales, económicos y sociales de las plantaciones forestales comerciales subsidiadas por el PRODEPLAN. México D.F. p.17.


SIQUEIRA J., L. 1994. Los Monocultivos y la Biodiversidad. En: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. 1994. México., D.F. México. pp. 442-450.

SOSA CEDILLO, V. 1992. Política nacional de fomento a las plantaciones forestales industriales. En: Memoria del Simposio Sobre Reforestación Comercial. 26-29 de agosto de 1992. Chihuahua, Chihuahua. México. pp. 11-53.

SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE. 1994. Inventario Nacional Periódico 1994. SARH, 1994. Memoria Nacional México D.F.

SUSAETA, E. 1966. Alternativas entre bosques naturales y plantaciones. En: Actas del sexto congreso forestal mundial. Vol. III. Madrid, España. p. 3877-3878.

VILLA SALAS, A. 1992. Palabras. En: Memoria del Simposio Sobre Reforestación Comercial. 26-29 de agosto de 1992. Chihuahua, Chih. México. pp. 5.



El impulso a las plantaciones forestales comerciales mediante la instauración de incentivos para su establecimiento ha hecho evidente la necesidad de materiales producto de análisis de la situación y potencial de aplicación que apoye las plantaciones forestales del futuro de México.

En el presente documento se conjunta, compila y ordena la serie de experiencias que en el país se ha alcanzado hasta la fecha. Abarca desde la selección de especies, los sitios de plantación, el cultivo de las plantaciones, así como su manejo y aprovechamiento.

Así mismo se incluyen ejemplos de costos y desarrollo de proyectos de plantaciones y sus análisis económicos y financieros.