

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Sobrevivencia, vigor y estado fitosanitario de
plantaciones forestales en San José Chacalapa,
Pochutla, Oaxaca**

Por:

Valentín García Pablo

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO FORESTAL

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2005**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Sobrevivencia, vigor y estado fitosanitario de
plantaciones forestales en San José Chacalapa,
Pochutla, Oaxaca

TESIS:

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador,
como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

QUE PRESENTA:

Valentín García Pablo

APROBADA

M. C. Celestino Flores López

Presidente del Jurado

Dr. Miguel A. Capó Arteaga

Ing. Juan Morales Hernández

Sinodal

Sinodal

M. C. Arnoldo Oyervides García

Coordinador División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2005

DEDICATORIA

A mis padres:

Fermin y Reyna

Los mejores padres del mundo; por darme la herencia más grande que se le puede dar a un hijo a quien les debo lo que soy; porque día con día han luchado para que sus hijos salgan adelante y tengan un futuro mejor en la vida. Gracias por la confianza, el apoyo, el amor, la amistad y los sabios consejos que me brindaron para salir adelante en mi carrera; los admiro y respeto mucho; con todo mi corazón los **AMO**.

A mis hermanas:

Cecilia, Irene, Zoila y Dina Ludt

Las mejores hermanas del mundo; con todas tengo una enorme deuda en mi formación, porque siempre me apoyan en todos los momentos de mi vida, y por el cariño y confianza que me han tenido, las cuales forman parte en mi vida y una hermosa familia junto a nuestros padres.

A mis abuelos:

Miguel y Juliana, Mateo[□] y Tomasa

Con sus sabios consejos he aprendido mucho y me han enseñado a salir adelante, sobretodo el respeto y la humildad hacia las demás personas, gracias los quiero mucho.

A mis tíos y tías:

José y Adelaida, Odilón y Maria N., Marcela y José M., Ana M. y Abraham, Clara y Norberto e Isabel

A mi tía Simona y su hija Carmela

A la familia Méndez Chávez:

Pablo y Modesta, Joel, Cándido y Virginia y sus hijos

A la familia Chávez Cruz:

**Télesforo foro y María y sus hijos Rosa, Flora, Benita,
Salomón y Miriam**

A la familia Hernández Cruz:

**Artemio y Juana y sus hijos Norberto, Paola, Jesús, Matías,
Isaías y Eloy**

Agradezco a todos ellos por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante en mi carrera y por la UNIDAD FAMILIAR que nos une y nos hace fuertes ante cualquier adversidad, gracias.

A todos mis primos hermanos:

**Aquino, Noe, Zeferino, Damián, Ezequiel, Ana B., Josué,
Judith, Ismael, Maribel, Azucena, Dalia, Yesenia, Keren y
Rebeca**

Por que son alegría, inocencia y esperanza en el futuro, los quiero mucho.

A la familia Calderón Reyna:

En especial a Doña Ángeles, por la confianza, el cariño y la amistad que me brindó durante en mi estancia y siempre me consideró como de la familia, a quien admiro y respeto mucho; nunca los olvidaré, gracias.

A Claudia, Ana L. y Griselda

Por la amistad; en especial a Claudia quien por su amor y apoyo incondicional que me brindó en mi carrera, gracias.

**A todo el pueblo mexicano que lucha día con día por hacer un
México mejor**

AGRADECIMIENTO

Al **ETERNO CREDOR DEL UNIVERSO**, por darme la vida, la libertad, las buenas nuevas y llenarme de bendiciones en mi existencia; porque de Él es la tierra y su plenitud; el mundo y los que en él habitan.

A mi "ALMA MATER" la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi escuela de la vida profesional; por darme todo el apoyo para poder tener una profesión, sin pedirme nada a cambio.

Al **Sr. José L. López Pérez**, por invitarme y brindarme su apoyo para realizar el presente trabajo en su empresa, de la cual agradezco por la confianza que me ha tenido.

Al **Ing. Juan Morales Hernández**, y a los trabajadores de las plantaciones, **Apolonio Hernández Jacinto, Vicente Venegas Jiménez, Wenceslao Arista Ramírez, Ciro González Villanueva y Armando Soto Cruz**, por la producción de plantas en el vivero hasta el establecimiento y manejo de las plantaciones en los predios, en las cuales se realizó el presente estudio.

Al **M. C. Celestino Flores López** por la confianza depositada; por su constante estímulo e interés, su total y dedicado tiempo y apoyo para la culminación del trabajo, de antemano por su ejemplo de trabajo y amistad.

Al **Dr. Miguel A. Capó Arteaga** por sus interesantes comentarios sobre la revisión del trabajo; su valiosa experiencia vivida y sus enseñanzas sobre plantaciones forestales.

Al **Ing. Juan Morales Hernández** por su incomparable conocimiento, experiencia en el trabajo y por su amistad, sin su apoyo éste trabajo no se hubiera realizado; gracias por tus consejos y por considerarme su amigo, a quien admiro y respeto.

A los **Ingenieros del Departamento Forestal** gracias por sus valiosas experiencia y enseñanzas compartidas para nuestra formación en nuestra carrera.

A mis **profesores del CECFOR No.2** en especial al **Ing. Francisco Maldonado Robles** por sus consejo y orientaciones que me ha brindado en mi carrera y como persona, gracias.

A la **Asociación de Estudiantes Oaxaqueños de la UAAAN, A. C.** de quien aprendí mucho y fue parte en mi formación profesional.

A todos mis compañeros de grupo: **Abel, Álvaro, Arbey, Damián, Eliseo, Gabriela P., Gilberto H., Gilberto L., Juan J., José J., Jorge L., José T., Marcos A., Modesto, Nayeli, Neftalí, Olga, Pedro, Rafael, Roberto M., Rodrigo, Roberto S., Sergio y Vicenta,** por la amistad e inolvidables momentos compartidos en la universidad.

Al **Ing. Modesto Curiel Ávila** por el apoyo y aportación brindado en el trabajo; además, por la amistad que nos une hacer grandes amigos.

A la familia **Cuevas Hernández,** en especial al **Ing. Jorge L. Cuevas Hernández** por su amistad incondicional y con quien compartí parte de la trayectoria de mi carrera; lo considero como mi mejor amigo.

Al **Ing. Horacio García Rodríguez** por sus comentarios y observaciones en éste trabajo y a **Cristina Chincoya Pérez** por su valiosa colaboración.

Al **Ing. Laura Cortés Martínez** por la amistad y compañía.

A la **familia de Adán Gaona Guadarrama,** por la amistad y los consejos que siempre recibo de ellos.

A las personas que hacen el esfuerzo de hacer plantaciones forestales de todo lugar y época, con plena admiración a todos ellos.

A todas aquellas personas los que de una u otra forma me brindaron su ayuda en mi formación profesional y en este trabajo; pido disculpa si alguna persona olvidé mencionar, de antemano gracias por su comprensión.

"Cuando sities a alguna ciudad, peleando contra ella muchos días para tomarla, no destruirás sus árboles metiendo hacha en ellos, porque de ellos podrás comer; y no los talarás, porque el árbol del campo no es hombre para venir contra ti en el sitio"

(Deuteronomio 20:19)

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos generales.....	11
1.1.1 Objetivo particular.....	11
II ANTECEDENTES DE LAS PLANTACIONES.....	12
2.1 Descripción de las especies plantadas.....	12
2.1.1 Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) King.....	12
2.1.2 Cedro (<i>Cedrela odorata</i>) L.....	15
2.1.3 Hormiguero (<i>Cordia alliodora</i>) (Ruiz & Pav.) Oken.....	18
2.1.4 Macuil (<i>Tabebuia rosea</i>) (Bertol.) DC.....	21
2.1.5 Primavera (<i>Tabebuia donnell-smithii</i>) Rose...	23
2.2 Colecta y manejo de semilla.....	26
2.3 Producción de planta.....	27
2.3.1 Almacigos.....	28
2.3.2 Transplante de la plántula.....	29
2.3.3 Vivero.....	30
2.4 Establecimiento de las plantaciones.....	32
2.4.1 Selección del sitio.....	32
2.4.2 Época de la plantación.....	32
2.4.3 Preparación del terreno para la plantación..	33
2.4.4 Metodología para el establecimiento de la plantación.....	33

2.4.4.1	Con el acahual.....	33
2.4.4.2	En terreno agrícola.....	35
2.4.5	Medidas de protección.....	35
2.4.5.1	Cercado.....	35
2.4.5.2	Prevención de incendios forestales.	35
2.4.5.3	Apertura de brechas corta-fuego....	36
2.4.5.4	Camino de saca.....	36
2.4.6	Otras actividades para asegurar la plantación.....	36
2.4.7	Forma de traslado de la planta del vivero a la plantación	37
2.4.8	Sistema de plantación y características.....	37
2.4.9	Densidad.....	37
2.4.10	Forma de plantar y tiempo durante el día...	38
2.4.11	Fertilización al momento de la plantación..	39
2.4.12	Riego al momento de la plantación.....	39
2.4.13	Reposición de plantas muertas y tiempo de estas.....	40
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1	Descripción de las áreas de estudio	41
3.1.1	Localización geográfica	41
3.1.2	Aspectos ecológicos.....	48
3.2	Evaluación de sobrevivencia vigorosidad y estado sanitario de la plantación.....	51
3.2.1	Diseño de muestreo.....	51
3.2.2	Forma y tamaño de los sitios.....	52
3.2.3	Precisión, confiabilidad, e intensidad de muestreo.....	52
3.2.4	Análisis estadístico de las plantaciones....	53

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1	Proporción de las especies plantadas y sobrevivencia.....	56
4.2	Evaluación de la sanidad de la plantación.....	63
4.3	Evaluación del vigor de la plantación.....	72
4.4	Situación socio- económica.....	76
4.5	Eficiencia del muestreo.....	77
V	CONCLUSIONES.....	78
VI	RECOMENDACIONES.....	81
VII	LITERATURA CITADA.....	82
VIII	APÉNDICE.....	88

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Coordenadas geográficas de los predio "El Carnizuelo" "El Mango" "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla Oaxaca.....	43
Cuadro 2. Descripción fisiográfica, topográfica, edafológica e hidrológica de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	48
Cuadro 3. Descripción climática y tipo de vegetación de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.	49
Cuadro 4. Especies asociadas a los tipos de vegetación en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.	50
Cuadro 5. Especie de fauna silvestre de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	50
Cuadro 6. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	56
Cuadro 7. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Carnizuelo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	60

Cuadro 8. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Mango", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	61
Cuadro 9. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Pénjamo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	62
Cuadro 10. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de dos especies forestales tropicales plantadas en el predio "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	63
Cuadro 11. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado fitosanitario y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004....	64
Cuadro 12. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado fitosanitario y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Carnizuelo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	68
Cuadro 13. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado fitosanitario y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Mango", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004....	69
Cuadro 14. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado fitosanitario y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Pénjamo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	71

Cuadro 15.	Número de plantas, porcentaje individual y general de estado sanitario y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	72
Cuadro 16.	Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	73
Cuadro 17.	Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Carnizuelo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004....	73
Cuadro 18.	Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Mango", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	74
Cuadro 19.	Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Pénjamo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	75
Cuadro 20.	Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de dos especies forestales tropicales plantadas en el predio "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación general del área de estudio, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	42
Figura 2. Plano del predio "El Carnizuelo", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	44
Figura 3. Plano del predio "El Mango", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	45
Figura 4. Plano del predio "El Pénjamo", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	46
Figura 5. Plano del predio "Sin Nombre", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	47
Figura 6. Forma y tamaño de sitio circular de muestreo de 100 m ² , utilizado en la evaluación de plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.....	52

RESUMEN

Se evaluaron plantaciones en los predios “El Carnizuelo”, “El Mango”, “El Pénjamo” y “Sin Nombre” en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca, con el objetivo de estimar la proporción plantada, la sobrevivencia, el estado fitosanitario y el vigor de la caoba (*Swietenia macrophylla* King), cedro (*Cedrela odorata* L.), Hormiguero (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), macuil (*Tabebuia rosea* (Bertol.) D.C.) y primavera (*Tabebuia donell-smithii* Rose), así como estimar la eficiencia del muestreo.

Se realizó un muestreo sistemático con una intensidad de 0.5%, se utilizaron sitios de 100 m², a una equidistancia entre sitios de 140 m aproximadamente.

El porcentaje de sobrevivencia de las especies plantadas en los cuatro predios fue 85.77%; considerada como excelente y es resultado de las reposiciones de plantas, manejo silvícola y protección en la plantación. El porcentaje más alto de sobrevivencia fue de la caoba con 95.78%, la primavera con 90.91%, el macuil con 88.30%, el cedro con 77.54% y el más bajo fue el hormiguero con 65%.

El porcentaje total de las plantas sanas en los cuatro predios fue de 78.24%; sobre saliendo el predio “Sin Nombre” con 100% y en menor porcentaje “El Pénjamo” con 74.31%. El porcentaje de individuos sanos fue para la caoba de 88%, en el macuil 85%, en la primavera 82%, en el cedro 67% y para el hormiguero 65%.

El porcentaje las plantas con vigor en los cuatro predios fue de 85.56%; sobresaliendo el predio “Sin Nombre” con el 100% y el de menor porcentaje “El Mango” con 79.71%. El porcentaje más alto en número de

individuos fue para la caoba 95.78%, la primavera 90.91%, el macuil 88.30%, el cedro con 77.01% y el más bajo fue el hormiguero con 65%.

Los resultados obtenidos en sobrevivencia, individuos sanos y vigor de las plantas, ha sido por la reposición de las plantas, los riegos, prevención contra incendios y plagas forestales, limpia, cajeteo para captación de agua, podas, cercado de los predios, anuncios preventivos y vigilancia.

En la eficiencia del muestreo, la sobrevivencia general en las plantaciones se estimó entre 0.8106 (81.06%) y 0.9294 (92.94%), pero el error no satisface la precisión requerida, ya que esta es de 0.05 (5%) con una confiabilidad de 95%; es necesario evaluar 20 sitios adicionales.

Tanto el porcentaje de árboles sanos en las plantaciones que se estimó entre 0.9084 (90.84%) y 0.9736 (97.36%), con un error de estimación de 0.0326 (3.26%), como la estimación de árboles vigorosos que fue entre 0.983 (98.3%) y 0.997 (99.7%) con un error de estimación de 0.0071 (0.71%) con una confiabilidad de 95%; el tamaño de muestra en ambas variables es suficiente.

Palabras clave: Cedrela odorata, Cordia alliodora, estado fitosanitario, Oaxaca, plantaciones forestales, sobrevivencia, Swietenia macrophylla, Tabebuia donell-smithii, Tabebuia rosea, vigor.

I INTRODUCCIÓN

México es uno de los llamados países de megadiversidad. Entre 6 y 12 países albergan de 50 al 80% de la diversidad biológica, a saber: Brasil, Colombia, Zaire, Madagascar, Indonesia y Australia. La riqueza biológica mexicana es el resultado de complejos históricos y ecológicos. Aunque ocupa el catorceavo lugar en superficie, se encuentra entre los primeros 5 países con mayor número de plantas, mamíferos y reptiles (Soberón, 1994).

La disminución de recurso forestales que ha sufrido México ha ocasionado la pérdida de la biodiversidad; para frenar este daño y recuperar la riqueza forestal, es necesario el establecimiento de plantaciones forestales como alternativa para recuperar terrenos forestales y aumentar su productividad, protegerlos contra la erosión y asegurar el abastecimiento de materias primas a la industria forestal (Villarreal, 1994; Navarro *et al.*, 2000; Sáenz *et al.*, 2000).

México tiene raíces muy profundas en materia de reforestación, puesto que desde la época precolombina, se plantaron ahuehuetes en Chapultepec y se estableció el primer jardín botánico en las cercanías de Texcoco, paradójicamente siendo el país, una nación dotada generosamente de recursos forestales naturales, es hasta ahora cuando aparece la necesidad de establecer plantaciones tanto de carácter protector como de tipo comercial (Villarreal, 1992a).

Hasta la década de los 80, el desarrollo de proyectos de plantaciones forestales en México se vio limitado entre otras cosas por falta de financiamiento y de incentivo gubernamentales, problemas de tenencia de la tierra y una legislación adecuada.

Como parte de esta promoción, en las reformas de la Ley Forestal de 1997, se influyó por primera vez, una normatividad específica para esta actividad. Asimismo, el INIFAP integró varios paquetes tecnológicos para el establecimiento de plantaciones forestales, con especies nativas e introducidas y la SHCP estableció un paquete de estímulos fiscales para la actividad; por otra parte, algunas instituciones financieras y de seguros, como FIRA, FOCIR y AGROASEMEX desarrollaron esquemas de crédito, financiamiento y aseguramiento pertinentes (Fierros y Sosa, 2000).

Hasta 1996, la Legislación vigente respecto a las Plantaciones Forestales Comerciales no establecía regulación alguna, en ese año la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, incluye a las Plantaciones Forestales como actividad que requiere autorización ambiental previa para su establecimiento; es a partir de 1997 cuando la Ley Forestal Reformada establece los requisitos y procedimientos para realizar trabajos de forestación con fines comerciales y se complementa con su Reglamento (SEMARNAT-CONAFOR, 2002).

La industria forestal mundial depende cada día más de plantaciones forestales que de los bosques naturales. Las plantaciones industriales revisten cada día una importancia mayor en el mundo; a nivel mundial, el dominio del mercado de celulosa lo están asumiendo países del hemisferio sur como Brasil, Chile, Australia y Sudáfrica. México es un importador crónico de materias primas celulósicas para la producción de papel, en los últimos años, la capacidad industrial instalada para producir celulosa ha estado disminuyendo. No se escapará de este esquema se orientan hacia el establecimiento de plantaciones, solo así resolverá los problemas de carencia de productos derivados de los bosques y selvas y la conservación de los recursos naturales en el equilibrio ecológico de gran valor para el bienestar de la humanidad; dado que cuenta con las condiciones propiciadas como son: suelo, clima, precipitación pluvial y abundante mano de obra; para poder abastecer a los mercados internacionales y además a las exigencias de la sociedad de un enfoque de

desarrollo sustentable (González y Soberanes, 1994; Sosa, 1992; Patiño, 1994).

Las plantaciones forestales, de llegar a establecerse en México darán un descanso a los bosques naturales, que han estado soportando y satisfaciendo el consumo de una población que crece a un ritmo de 2 millones de mexicanos por año (Escarpita, 1992); actualmente la participación de los bosques plantados en la producción forestal y comercio de productos forestales a nivel mundial es cada día más significativa (Arteaga 1994).

En el país existen 16 millones de hectáreas susceptibles a la reforestación; es posible que en la mayoría de estas sólo puedan hacerse reforestaciones con fines de protección y de recuperación, pero cuyo propósito secundario podría ser la producción. Se calcula que existen 10.7 millones de hectáreas que tienen las características de clima suelo y disponibilidad necesaria para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales; por las condiciones de productividad las plantaciones se pueden constituir el abastecimiento sustentable de materia prima a la industria forestal, contribuyendo a la sustitución de importaciones, a la generación de empleos y al desarrollo social. Las regiones con mayor potencial son: norte (Chihuahua y Durango), pacífico-centro (Guerrero, Jalisco y Michoacán) y golfo-sureste (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán) (Rivera, 1999; SEMARNAP, 2000).

Oaxaca, entidad eminentemente forestal, por las condiciones agroecológicas que prevalece, cuenta con 72 % de la superficie total de montañas, donde se ubican los bosques, selvas y zonas áridas, que dan el privilegiado primer lugar a nivel nacional en diversidad biológica de flora y fauna silvestre y cultural con 16 etnias de 62 a nivel nacional; ejemplo de manejo forestal comunitario a nivel nacional; sin embargo con la continuidad de

la práctica de roza-tumba-quema, apoyado en políticas agropecuarias, se continúa fomentando actividades extensivas no sustentables que lleva a la entidad a una tasa de deforestación anual de 30 mil ha, que a la fecha conforman una superficie total de 2 millones de ha en la entidad, cuya alternativa de restauración es mediante la reforestación y/o forestación (Morales, 2004).

En el futuro y a mediano plazo el establecimiento de plantaciones forestales comerciales será la principal alternativa para satisfacer el déficit de materia prima a mediano plazo; disminuirá la presión sobre los bosques naturales, además de generar empleos en las comunidades rurales y ayudar al mejoramiento del ambiente (Villarreal, 1992b; Prieto y Hernández, 1992).

Las plantaciones forestales tropicales se han incrementado a un ritmo creciente en las últimas décadas. De 1990 a 1995, la superficie se ha triplicado, el incremento principal ha tenido lugar en las regiones tropicales de Asia y Sudamérica, principalmente. En México, el establecimiento de plantaciones forestales, se ha limitado principalmente a la protección de las áreas degradadas, y pocos son los ejemplos de plantaciones establecidas con fines comerciales; destacan Fibracel en Ciudad Valles, San Luis Potosí, con especies de *Eucalyptus spp.* y *Melia spp.* para producir madera destinada a la elaboración de tableros aglomerados (1932), La Sabana en Tuxtepec, Oaxaca con *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y *Pinus oocarpa* principalmente (1974, 1983) y PROFORTARAH en Chihuahua con diferentes especies de género *Pinus*, para producir materia prima para la fabricación de celulosa (80's) (Patiño, 1994; SEMARNAP, 2000).

El Inventario Nacional de los recursos naturales en México tiene identificadas casi 11 millones de hectáreas con alto

potencial para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. Además, existen los programas nacionales PRODEPLAN (Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales) y PRONARE (Programa Nacional de Reforestación) que, junto con los gobiernos estatales, promueven la propagación de especies el establecimiento y manejo de las plantaciones (Moreno, 2000).

El Gobierno Federal a partir de 1997 impulsa un Plan Estratégico ambicioso para las Plantaciones Forestales Comerciales, a través del programa para el Desarrollo de las Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), con la propuesta de inversiones a lo largo de 25 años, para establecer plantaciones forestales comerciales en una superficie de 875 mil ha, para una generación de empleos de 332 500 en forma directa e indirecta, mediante el cual actualmente en el país principalmente en el sureste mexicano, se llevan a cabo proyectos que en el presente año (2004) empiezan a dar frutos en el estado de Campeche (SEMARNAT-CONAFOR, 2002).

En México de acuerdo con el nuevo régimen de propiedad y de contratación, a tenor de las reformas del artículo 27 de la Constitución Políticas de los Estados Unidos Mexicanos y con la nueva "Ley Agraria", se abre la posibilidad de que las plantaciones forestales comerciales sean una realidad, de modo de que las industrias consumidoras de la materia primas forestales, teórica y jurídicamente están ya en condiciones de abastecerse de aquellas para hacer funcionar sus instalaciones en forma eficiente y óptima (Moguel, 1992).

Es indiscutible la importancia que han tomado las plantaciones forestales y los esfuerzos que se están haciendo día con día para el establecimiento de estas, así como la gran problemática que giran dichas actividades y que va desde falta de financiamiento, tipo de propiedad, técnicas de establecimiento y manejo de las mismas hasta los factores ajenos al hombre, como es la climatología, que juega un papel muy importante en el éxito o fracaso de cualquier plantación sobre todo en aquellas áreas

donde se establecen actualmente algunas plantaciones forestales comerciales (Negrete y Barragán, 1992).

Oaxaca es el estado que tuvo el primer proyecto de plantaciones industriales de gran escala en México, donde la relevancia del proyecto fue alta en términos del desarrollo tecnológico, aprendizaje y obtención de experiencias del manejo de plantaciones comerciales en trópico mexicano (Acevedo et al., 1994).

En cuanto a superficie plantadas destacan los estados de Tabasco con alrededor de 12,100 hectáreas, Oaxaca 10,915, Chiapas 7,360, Veracruz 5,400.y Campeche con 1,417. Las especie más usadas son: eucalipto (*Eucalyptus* spp.), pino (*Pinus* spp.), cedro rojo (*Cedrela odorata*), melina (*Gmelina arborea*), caoba (*Swietenia macrophylla*), y teca (*Tectona grandis*), para la producción de material celulósico, madera aserrada, parquet, árboles de navidad, astilla para tableros aglomerados, postes, leña y carbón; en la actualidad en el estado de Oaxaca existen dos empresas forestales maderable que están desarrollando plantaciones: S. S. S. Santa María Petatengo con 400 hectáreas y Agrosilvícola San José, S. P. R. de R. I. con 65 hectáreas (SEMARNAP, 2000).

Las plantaciones a escala comercial en América Latina se plantean principalmente para empresas o propietarios de tierras medianas o grandes, con el objeto de cubrir grandes áreas que justifiquen su uso masivo como materia prima en complejos industriales (Astorga, 1994). El Grupo Empresarial La Asunción que nace en los años ochentas, encabezado por un director, el señor José Luis López Pérez; a principios de los noventas empieza a adquirir fracciones de bosque degradado, terrenos Agrícolas en

la sierra sur, en el municipio de San Miguel Suchixtepec, con los cuales da un inicio a sus primeras plantaciones de restauración de bosques a base de la silvicultura y reforestación mediante su filial Agrosilvícola San José Sociedad de Producción Rural de Recurso Ilimitado. Actualmente entre bosques restaurados y plantaciones cuenta con 300 hectáreas en clima templado y frío y 150 hectáreas de restauración de suelo y vegetación en la zona tropical de la región de San José Chacalapa (Apéndice 1) con especies de cedro *Cedrela odorata*, caoba (*Swietenia macrophylla*), primavera (*Roseodendron donnell-smithii*), ceiba (*Ceiba pentandra*), macuil (*tabebuiea rosea*), huanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*) y hormiguero (*Cordia alliodora*). Experiencia de modelo en la recuperación de suelos agrícolas a forestal, y de Agroforestería en zonas cafetaleras. La empresa está consciente de que el futuro y la permanencia de la actividad forestal está ligada a los bosques; que por una parte debe cubrir las necesidades de la población y a la vez conservar la diversidad biológica, participa con una visión a futuro poniendo su parte en detener la erosión de los suelos reduciendo la contaminación atmosférica (Morales, 2004).

De las especies forestales tropicales que tienen mayor valor comercial en el mercado son el cedro (*Cedrela odorata* L.) y la caoba (*Swietenia macrophylla* K.) conocidas como maderas preciosas. La madera, es de característica excelente, se usa para obtener vigas, tablas y chapas, así como para fabricar artículos torneados, para cajas de puros y para hacer tallas. El uso más indicado de estas especies, por el bello jaspeado de su madera; se exporta grandes cantidades en forma de tablas o de madera terciada. En el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, sugieren la utilización de éstas especies para zonas bajas a intermedias desde 50 a 1250 msnm. Por otra parte la

madera de hormiguero (*Cordia alliodora* Ruiz.& Pav.) Oken) es de buena calidad y buenas características de aserrado, secado y torneado; actualmente se utiliza para la fabricación de mangos de herramientas o para muebles de trabajo; puede usarse en un futuro para la fabricación de chapas y medara terciada con fines decorativos o para parquet. Así mismo la madera del macuil (*Tabebuia rosea* B.) se usa para la fabricación de chapa, para madera terciada en las caras de vista y para fabricas de muebles y la madera de la primavera (*Roseodendron donnell-smithii* R.) es muy apreciada para la fabricación de muebles (Domínguez y Jasso, 1999; Sánchez, 1999; Álvarez, 1999; Pennington y Sarukhán, 1998).

En las plantaciones forestales tropicales existen antecedentes que han fracasado, debido a que no se ha tomado en cuenta las condiciones morfológicas y fisiológicas que una planta necesita tener al salir del vivero para su plantación definitiva, debido a que están sometidas a varios factores limitantes en su desarrollo; los abióticos, que actúan constantemente sobre la planta y los bióticos, que actúan esporádicamente (Montes *et al.*, 2000; Alatorre, 1978).

Sin embargo, en años recientes, las reforestaciones y las plantaciones forestales han sido más intensas, mejorando cada vez más la calidad de la planta producida, su transportación y el método de plantación que considera el cincelado del terreno, apertura de cepas, aplicación de agrogel, cajeteo y otras, con lo cual se han aumentado los resultados en el porcentaje de sobrevivencia. Aún así, se requiere evaluar las plantaciones, ya que los arbolitos se encuentran expuestos a condiciones adversas ante la presencia de ganado, hormiga arriera, sequía, heladas incendios y otras (Moreno, 2000).

La evaluación de una plantación consiste en aplicar ciertas técnicas para recopilar información de alguna o algunas características de la misma. Tal información es sometida a un análisis, que posteriormente se usará para escoger apropiadamente un plan eficiente de acciones a llevar a cabo en la plantación, tanto en el manejo de la masa arbolada, como en la administración de la misma (Torres y Magaña, 2001).

Los métodos de evaluación es quizás la más importante, ya que nos lleva directamente a la toma de decisión y dependerá de la mejor satisfacción del mayor número de características por medir (Ortega, 1978).

La sobrevivencia es una de las múltiples variables que se debe considerar como una variable discreta, ya que respecto a esa característica un árbol sólo puede estar vivos o muertos al evaluar una plantación forestal (Ramírez, 1978).

Con la evaluación se estima la sobrevivencia y estado general de las plantaciones, se determinan las causas de muerte de las plantas y acciones de manejo recomendada para mejorar las plantaciones. Con la sobrevivencia y un calificativo de calidad de la plantación se obtiene un índice de calidad de la reforestación y las plantaciones forestales (Bello y Cibrián, 2000).

La evaluación de la sobrevivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. La evaluación es la determinación en cada individuo, un árbol, la posesión del atributo "estar vivo", sin valores intermedios, esto es, se tiene o no se tiene el atributo. Es el mecanismo que se empleará para obtener la información necesaria para formular el informe de verificación que acredite el cumplimiento del calendario de plantación correspondiente y el prendimiento, estado sanitario y vigor de la plantación (CONAFOR-SEMARNAT, 2003).

En esta evaluación, que se realizó en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", es con el propósito de obtener información para predecir los principales problemas que en la actualidad enfrenta las plantaciones en los cuatro predios y atenderlas para mejorar y elevar la calidad de las plantas; así mismo, obtener información y generar experiencias para el futuro desde la recolección de semillas hasta la cosecha de las plantaciones.

1.1 Objetivos generales

- 1) Determinar la proporción plantada por especie en plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

- 2) Estimar la sobrevivencia, el estado fitosanitario y vigor para las especies en plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

1.1.1 Objetivo particular

- a) Estimar la eficiencia del muestreo en la sobrevivencia, estado fitosanitario y vigor para las plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

II ANTECEDENTES DE LAS PLANTACIONES

2.1 Descripción de las especies plantadas

Martínez (1979); Betancourt (1987); Rzedowski (1978); Pennington y Sarukhán (1998) hacen la descripción de las especies *Swietenia macrophylla* King, *Cedrela odorata* L., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. y *Tabebuia donell-smithii* Rose de la siguiente manera.

2.1.1 Caoba (*Swietenia macrophylla*) King

La caoba (nombre aplicado más comúnmente en toda su área de distribución) pertenece a la familia de las meliáceas. También es conocido como tzutzul (Chis.); tzopilotzontecómatl (árbol de cabeza de zopilote, del náhuatl); mo-uá (chinanteco) y puná (lacandón).

El árbol alcanza de 40 a 45 m de altura y hasta 2 m de diámetro, en caso excepcional el árbol alcanza hasta 70 m y d.a.p. de hasta 3.5 m, tronco derecho ligeramente acanalado con contrafuertes bien formados de hasta 2 a 3 m de alto, con pocas ramas gruesas ascendentes y torcidas, con la copa abierta y redondeada.

La corteza es áspera, con ciertas escamas separadas por grietas más o menos profundas, de color pardo grisáceo a moreno

grisáceo en árboles viejos y gris claro en árboles jóvenes. Interna rosada a roja, fibrosa, de sabor amargo y astringente. Grosor total de la corteza de 10 a 25 mm.

El duramen de la madera es de color que varía del rosado crema al rojo marrón oscuro; albura es angosta no diferenciada muy claramente del duramen, de color blanco a rosado, con vasos muy grandes, a veces abundantes, y bandas espaciadas de parénquima apotraqueal. La madera tiene un olor fragante muy característico.

Las ramas son de color marrón grisáceo en árboles viejos y gris claro en los jóvenes; con muchas cicatrices de hojas caídas, glabras, con lenticelas redondeadas y protuberantes.

Las yemas son de 2 a 5 mm de largo, anchas y abiertas, rodeadas por muchas escamas ovadas, agudas, glabras. Estípulas ausentes. Hojas compuestas en espiral, paripinnadas o a veces imparipinnadas, de 15 a 45 cm de largo (en los árboles jóvenes, aun más largas) incluyendo el pecíolo; folíolos 3 y 6 pares, de 5 x 2 a 12 x 5 cm, lanceolados u ovados, subcoriáceo, labros en ambas caras, muy asimétricos; ápice agudo a acuminado, base asimétrica; de color verde amarillento a verde oscuro en la haz, verde pálido en el envés, glabros en ambas superficies; coriáceos; pecíolos pulvinados; peciólulos pulvinados, de 3 a 9 mm, glabros. Los árboles de esta especie son caducifolios en las zonas más secas de su área de distribución.

La caoba es monoica. Comúnmente las flores masculinas son más abundantes que las femeninas. Aroma dulce. Panículas axilares de hasta 15 cm de largo, glabras. Flores masculinas actinomorfas, de 6 a 8 mm de diámetro; cáliz verde amarillento muy pequeño, cortamente cupular, con 5 lóbulos redondeados; pétalos verde

amarillentos, 5, de 4 a 5 mm de largo, oblongos u oblongo-
obovados, con el ápice redondeado; estambres 4 mm de largo, los
filamentos unidos en un tubo estaminal campanulado, con el margen
agudamente 10 lobado; anteras incluidas en el cuello del tubo;
nectario anaranjado; ovario rudimentario, 5-6 locular, cada
lóculo con numerosos óvulos muy pequeños; estilo grueso. Flores
femeninas muy parecidas a las masculinas, pero con las anteras
muy pequeñas, indehiscente y sin polen y un ovario muy grande y
ovoide que llena el tubo estaminal, con óvulos bien
desarrollados; toda la flor excepto el nectario es glabra en
ambos sexo. Florece de abril a junio.

Los frutos son cápsulas leñosas de 12 a 18 cm de largo y
entre 8 y 10 cm de diámetro, de color gris claro y corteza lisa,
ovoide u oblongas, 4-5 valvadas, dehiscente desde la base,
pedúnculo de 7 a 15 cm de largo. Cada cápsula contiene, entre 45
a 70 semillas esponjas, frágiles, de color castaño; miden 1 cm de
largo, angulosas y morenas, con una ala de 6 a 7 cm de largo. Las
semillas son amargas y astringente. Maduran de noviembre a enero.

Forma parte de las selvas altas o medianas semicaducifolia,
perennifolia y subperennifolia, aunque también habitan en el
tropical húmedo. Resistien mal una sequía prolongada y que no
prospera sino en zonas con más de 1 200 mm anuales de
precipitación; su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar
hasta 750 m, se desarrollan en suelos de origen calizo o aluvial,
que puede llegar a presentar problemas de drenaje.

La caoba se encuentra en los bosques de México; América
Central, Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador, Brasil y Bolivia. Se
distribuye solamente en las vertientes del Golfo desde el norte
de Puebla y Veracruz hasta el sur de la península de Yucatán; en

la vertiente del Pacífico en una faja costera que se extiende desde Sinaloa en México hasta Guanacaste, Costa Rica.

Se emplea en carpintería fina, ebanistería de lujo, decorado interior, torneado, adornos, instrumentos científicos de precisión, instrumentos musicales, esculturas y tallado, yates, botes, construcciones, chapas para madera contra chapada de calidad, exportación de madera terciada, tryplay; en tiempos pasados la madera de esta especie fue muy usada para la construcción de hélice de aviones y en Nayarit, México, toman una especie de té preparado con su semillas, contra el dolor del pecho.

2.1.2 Cedro rojo (*Cedrela odorata*) L.

El cedro rojo tiene como sinonimia *Cedrela mexicana* M. J. Roem., y pertenece a la familia de las meliáceas. Se le conoce con diferentes nombres: Cedro rojo (Oax.); cedro (nombre aplicado en toda su área de distribución); chujté (tzeltal, zona lacandona, Chis.); icte (huasteco); tiocuáhuítl (náhuatl).

El árbol tiene de 20 a 45 m de altura y de 40 cm a 60 cm de diámetro, pero en caso excepcionales que alcanzan hasta 2 m de d.a.p., los árboles de gran tamaño en el tronco forman a veces con pequeños contrafuertes poco prominentes, ramas ascendentes y gruesas, copa redondeada y densa.

La corteza es de color gris claro a moreno rojiza en los árboles jóvenes con las costillas escamosa; en los árboles maduros se agrieta y las hendiduras van aumentando con la edad del árbol. La corteza interior tiene el color rosado que cambia a

pardo amarillenta, fibrosa y amarga. Grosor total de la corteza 20 mm.

La madera es la más noble de todas las maderas, es de sabor amargo y de olor agradable y persistente; se seca rápidamente, sin rajarse ni contraerse, resistente, fuerte, durable e inmune a los insectos. Albura de color crema rosado, el duramen de castaño claro a castaño rojizo, con vasos grandes dispuestos en anillos concéntricos y bandas conspicuas y espaciadas de parénquima apotraqueal.

La corteza de las ramas es de color pardusca y presenta puntos ligeramente levantados, lenticelas redondeadas y protuberantes, del mismo color que la rama.

Tiene hojas alternas, compuestas en espiral de 5 a 15 pares de hojuelas opuestas o subopuestas, de 4.5 x 2 a 14 x 4.5 cm, oblicuamente lanceolada, asimétricos, con el margen entero, ápice acuminado, base muy asimétrica, una mitad redondeada y la otra aguda; de color verde oscuro en la haz y verde pálido o verde amarillento en el envés, glabros; agrupadas en los extremos de las ramas miden entre 20 cm y 70 cm de largo son muy variables en tamaño según la edad de los árboles. Yemas de 3 a 5 mm de largo, ovoides, agudas, rodeadas por varias escamas ovadas y pubescentes; las hojas poseen un penetrante olor a ajo cuando se estrujan. El follaje, normalmente de color verde claro, tiran las hojas cuando han madurado totalmente los frutos de la temporada anterior, antes de florecer, se torna amarillento antes en su caída en el invierno.

El cedro monoica. Tienen flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia; en panículas terminales de 15 a 35 cm de

largo, finamente pubescentes; pedicelos de 1 a 2 mm de largo; el cáliz verdoso de 2 a 3 mm de largo, infundibuliforme o anchamente tubular, con 5 dientes agudos; corola crema verdoso, tubular en la prefloración, que se abre en 5 pétalos, 7 a 8 mm de largo; lineares, con el ápice agudo o redondeado, estambres 5, de 2 a 3 mm de largo, anteras de 1.5 mm de largo; ovario situado sobre un ginóforo alargado y longitudinalmente surcado, de 3 mm de largo incluyendo el ginóforo, 5 locular, lóculos multiovulares, glabro; estilo que excede apenas al de los estambres, glabros; estigma verde grande truncado. Las flores femeninas son parecidas a las masculinas, pero con las anteras abortivas, sin polen y el ovario hinchado. La floración se produce abril y mayo, a veces se retrasa o se adelanta.

Sus frutos son infrutescencias de hasta 30 cm de largo, péndulas. Cápsula leñosa de 2.5 a 5 cm de largo y unos 2 cm de diámetro, 4 a 5 valvadas, elipsoide a oblonga, pardo verdoso o moreno con numerosos grupos de lenticela pálida, glabras, con olor a ajo y que produce un exudado blanquecino y acuoso cuando están inmadura; contiene alrededor de treinta semillas aladas de 2 a 2.5 cm incluyendo el ala, morenas; en la madurez de la cápsula adquiere color marrón chocolate; se cosechan en los meses de febrero hasta abril.

Las semillas con alas, samaroides, oblongas o elíptico-oblongas, de 1.2 cm a 3 cm de largo y entre 5 mm y 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto. Cada cápsula puede contener entre 25 y 40 semillas fértiles.

El cedro rojo es muy abundante en la vegetación secundaria de diversas selvas y constantemente protegidas por el hombre. Especie de selva caducifolia y semicaducifolia, aunque también se

hallan en los bosques hidrofíticos; la especie tolera temperatura máxima absoluta superiores a 36 °C y mínimas absolutas por debajo de 5 °C. Alcanza su máximo tamaños e incrementos en zonas con precipitaciones entre 2,500 mm y 4,000 mm anuales y en precipitaciones menores presenta fuste cortos y torcidos. Se desarrolla en suelos de origen volcánico o calizo, suelo fértil con buen drenaje; la especie puede vivir desde la orilla del mar hasta 800 m de altura.

Se encuentra ampliamente distribuida en América: forma parte de la floración autóctona de todos los países latinoamericanos, desde México hasta Argentina (con excepción de Chile) y también de la flora de las Antillas. En México se encuentra en la vertiente del Golfo desde el sur de Tamaulipas y sureste de San Luis Potosí hasta la Península de Yucatán y en la del Pacífico desde Sinaloa hasta Guerrero y Oaxaca y en la Depresión Central y costa de Chiapas.

La madera es una de las que tiene mayor demanda en los mercados madereros mundiales. En México se le considera la más importante después de la caoba. Se usa en la fabricación de estantes, gabinetes, muebles, ebanistería, cajas para tabaco, instrumentos musicales, estuches finos, baúles, decorado interior, artículos torneados, esculturas, chapa slide y desenrolladas, tryplay, parquets, madera terciada para exportación y en México, utilizan la corteza de la raíz par el tratamiento de la fiebre y la epilepsia y emplean la resina en las enfermedades del pecho.

2.1.3 Hormiguero (*Cordia alliodora*) (Ruiz & Pav.) Oken

El hormiguero tiene como sinonimia *Cordia gerascanthus* Jacq.

y *Cerdana alliadora* R. y P., y pertenece a la familia Borragináceas. Tiene diferentes nombres comunes en el país: bojón, bojón prieto (Tab., Chis., Camp., Q. Roo); hormiguero (Mich., Gro., Oax.); súchil, suchicuahua (degeneración del náhuatl xochitlcuahuitl, centro de Ver., norte de Oax.); amapa prieta (Sin.); aguardientillo (Oax.); anacahuite del Istmo (Oax.); bohum (maya, Yuc.); cueramu (Mich.); laurel (Chis.); pajarito prieto (Oax.); palo María (Gro.); palo de rosa (Oax.); rosadillo, solería (Oax.); tusa-tioco (mixteco, Oax.); abib, huixte (huasteco, S.L.P.); popocotle, palo de viga (S.L.P.); solerillo (centro de Ver.).

El árbol tiene de 20 a 25 m de altura y d.a.p. de hasta 90 cm, fuste recto, copa redondeada, con ramas ascendentes, verticiladas en la parte superior.

La corteza es de color grisáceo a castaño y presenta leves fisuras longitudinales; en el interior es castaño claro, fibrosa y con cierto olor a ajo. Grosor total de la corteza 8 a 15 mm.

El duramen de la madera es de color verde claro a marrón olivo, con bandas obscura; albura color crema amarillento, con vasos grandes, rayos cortos, conspicuos, parénquima vasicéntrico y aliforme y bandas espaciadas de parénquima apotraqueal.

Las ramas son de color pardo verdosas o pardo grisáceas con abundantes lenticelas pálidas y protuberantes, ligeramente ásperas, con pelos estrellados. Las ramas tienen, a veces, abultamientos alargados y huecos producidos por hormigas que habitan en su interior.

Las hojas son simples, alternas elípticas u oblonga de 4.5 x 2 a 17 x 5 cm; yemas de 2 a 5 mm agudas u obtusas, cubiertas con algunas escamas pequeñas, pardo grisáceas con indumento estrellado escamoso. Estipulas ausentes. Ápice agudo o acuminado, base aguda a veces obtusa; haz verde oscuro y opaco, envés verde más claro, con pelos estrellados, más abundantes en el envés que en la haz; rasposas; pecíolos de 0.8 a 3.2 cm. Los árboles de esta especie pierden las hojas durante abril y mayo.

Las flores son hermafroditas, en panículas axilares o terminales vistosas, de 5 a 15 cm de largo; flores sésiles de hasta 1 mm, de olor sumamente dulce, actinomorfas, de 1.2 a 1.5 cm de diámetro; cáliz cilíndrico verde grisáceo, de 5 mm de largo, tubular, longitudinalmente 10 surcado, con 5 dientecillos; corola blanca, de 1 cm de largo, con 5 lobulos de 5 mm de largo, obtusos, glabra; estambres 5, de 7 a 8 mm, exertos; filamentos blancos, anteras pardas; ovario súpero; 4 locular, lóculos uniovulares; estigma de 8 a 9 mm, glabro; estigma dos veces bífido. Florece de agosto a abril. Cuando la especie se ha plantado en otros sitios fuera de su hábitat, varia algo la época de floración.

Los frutos son drupas secas incluidas en el cáliz, ovoides, de 9 a 12 mm de largo y de 6 a 8 mm de diámetro; epicarpio liso; endocarpo óseo, ovoide, algo comprimido. Los frutos son monospermos con la corola adherida, que le sirve como ala para la dispersión por le viento. Madura en septiembre a abril. La semilla es ovoide y acuminada de 6 mm de largo a 4 mm de diámetro.

Es una especie abundante en la vegetación secundaria perennifolia a subcaducifolia en zonas con climas más húmedos

presentan un crecimiento notablemente rápido. Esta especie se localiza y se puede cultivar desde los 200 hasta los 2 000 msnm.

El hormiguero tiene una extensa área de distribución natural en el continente americano, desde México en la vertiente del Golfo desde sureste de San Luis Potosí hasta Campeche, Yucatán y Quintana Roo, en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. Se encuentra en América Central, Venezuela, Colombia, Ecuador Perú hasta Bolivia y en el norte de Argentina. Habita en la región oriental de Cuba y las Antillas.

La madera es utilizada en trabajos de ebanistería, pisos, parquet, puertas, construcciones en general vigas, carrocerías, botes, remos, cubiertas de embarcaciones, pilares, puentes, durmientes, mangos de herramientas, artículos torneados, artesanías y chapas para madera contrachapada.

2.1.4 Macuil (*Tabebuia rosea*) (Bertol.) DC.

El macuil pertenece a la familia de las *Bignoniáceas*; y a la largo y ancho del país tiene diferentes nombres: maculís, (Tab., Chis.); palo de rosa (Tamps., S.L.P., norte de Pue., norte de Ver.); roble, roble blanco (Oax., Gro., S.L.P.); amapa rosa (Nay.); macuil (costa de Oax.); amapola (Sin.); rosa morada (Camp., Q. Roo); cul (huasteco, S.L.P.); macuelis de bajo (zona lacandona, Chis.); hok'ab, kok'ab (maya, Yuc.); li-ma-ña (chinanteco, Oax.); maculishuate (Chis.); nocoque (S.L.P.); palo blanco (Chis.); palo yugo, primavera (Sin.); roble prieto (norte de Oax.); roble de San Luis (S.L.P.); satanicua (Gro.); tural (Chis.); yaxté (tojolobal, Chis.); cachahua, ícotl (sureste, S.L.P.).

El árbol alcanza hasta 25 m y d.a.p. de hasta 70 cm, tronco derecho, a veces ligeramente acanalado, con pocas ramas gruesas y horizontales y ramificación simpódica, con la copa estratificada.

La corteza es fisurada y suberificada con algunas costillas escamosas, pardo grisácea a amarillenta. Interna de color claro a crema rosado, en ocasiones con expansiones de parénquima, fibrosa, amargo o agridulce. Grosor total de la corteza de 16 a 30 mm.

La madera tiene una albura de color crema amarillento, con algunos vasos grandes y bandas conspicuas y abundantes de parénquima paratraqueal.

Sus ramas a veces tienen sección transversal cuadrada, con abundantes cicatrices de hojas caídas, pardo grisáceas, con abundantes escamas pequeñas, lenticelas redondas y grandes.

Sus yemas de 5 mm de largo, anchas, desnudas con abundantes escamas pequeñas. Estípulas ausentes. Hojas decusadas, digitado compuestas, de 10 a 35 cm de largo incluyendo el pecíolo; folíolos 5, los dos inferiores más pequeños de 3 x 1.5 a 8 x 4 cm, el terminal más grande de 7.5 x 4 a 16 x 8 cm, lanceolados o elípticos, ápice agudo o acuminado; haz verde oscuro, envés verde amarillento con abundantes escamas; pecíolos de 4 a 14 cm de largo, pulvinados, escamosos; peciólulos pulvinadas, muy cortos en los folíolos basales, de hasta 6 cm de largo en los otros folíolos, escamosos. Los árboles de esta especie pierden las hojas de marzo a junio.

Las flores son monopétalas; con panículas cortas con las ramas cimosas, en las axilas de hojas abortivas o terminales, de hasta 15 cm de largo, escamosas; pedicelos de 1 a 2 cm de largo;

flores zigomorfas; cáliz blanco verdoso o pardo, tubular, estrechado en la base, de 2 a 2.5 cm de largo, irregularmente 2-3-lobado, glabro; corola de 7 a 10 cm de largo, tubular en la parte inferior; labio superior con 3 grandes lóbulos obovados, obtusos; labio inferior con 2 lóbulos; tubo de la corola blanco; lóbulos de color lila o rosado; corola glabra en la superficie externa, pubescentes en la superficie interna de los lóbulos, papilosa en el tubo, estambres 4, didínamos, los 2 cortos de 1.5 cm, los largos de 2 cm insertos cerca de la base del tubo en manojos de papilas e incluidos en el tubo glabro; anteras ampliamente sagitadas; nectario grueso y tubular que rodea la base del ovario; ovario alargado; estilo glabro del mismo largo que los estambres.

Sus frutos son cápsulas estrechas de hasta 20 a 35 cm de largo por 12 mm de grueso, lisas, con 2 sutura laterales, péndulas, pardo oscuras, cubiertas por numerosas escamas visibles con una lupa, con el cáliz persistente. Contiene numerosas semillas aladas y delgadas, blanquecinas de 2 a 3 cm de largo.

Especie abundante en vegetación secundaria, forma parte de la selva alta o mediana subperennifolias y subcaducifolia; se presenta en suelos de origen calizo, ígneo o aluvial.

Se encuentra en la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas y el norte de Puebla y Veracruz hasta el norte de Chiapas y sur de Quintana Roo y en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas; parte de América Central. Tienen madera de calidad; para la fabricación de muebles finos de chapa, para madera terciada, tryplay, molduras y parquet para la decoración interior.

2.1.5 Primavera (*Tabebuia donnell-smithii*) Rose

La primavera tiene dos sinonimias: *Roseodendron donnell-smithii* (Rose); Miranda. *Cybistax donnell-smithii* (Rose) Seibert. Pertenece a la familia de las *Bignoniáceas*; y con este nombre es conocido en Chiapas, Campeche, Tabasco y Oaxaca.

El árbol alcanza hasta 30 m y d.a.p. de hasta 70 cm con el tronco ligeramente acanalado; ramas ascendentes, copa alargada.

La corteza es lisa a escamosa en piezas gruesas e irregulares, de color pardo amarillento claro a gris amarillento, con abundantes lenticelas protuberantes. Interna de color crema amarillento, con expansiones de parénquima blancas, fibrosa, dulce. Grosor total de la corteza de 13 a 15 mm.

La madera tiene una albura de color crema amarillento; con bandas finas e irregulares de parénquima paratraqueal visibles con la ayuda de una lupa.

Las ramas son ligeramente fisuradas, con cicatrices de hojas caídas, de 1 cm de grueso, pardo amarillentas, glabras, con abundantes lenticelas redondas y pálidas.

Las yemas de 1 cm de largo, ovoides, rodeadas por numerosas escamas lanceoladas, verde amarillentas. Estípulas ausentes. Hojas decusadas, de 20 a 70 cm de largo incluyendo el pecíolo, compuestas de 7 folíolos, ocasionalmente 5, de 12 x 6 a 35 x 14 cm, elípticos, oblongos u obovados, ápice agudo o acuminado, base anchamente cuneada a truncada; verde amarillento y glabros en la haz, más pálidos con escasos pelos estrellados y simples en el

envés; nervación prominente en el envés; pecíolos de 10 a 35 cm de largo; peciólulos de 1 a 10 cm de largo, ligeramente acanalados en la haz. Los árboles de ésta especie pierden las hojas a fines de marzo, época en que florecen, y las reponen a principios de mayo.

Las flores con panículas terminales, piramidales, con ramas cimosas, de 15 a 35 cm de largo; pedicelos de 1.5 a 4 cm. Flores zigomorfas; cáliz amarillo verdoso, tubular, de 2 a 2.5 cm de largo, papiráceo, completamente cerrado en botón, que se abre por la dehiscencia de un lado y menos frecuentemente por dos lóbulos, con escasos o densos pelos erectos, cortos y glandulosos en la superficie externa; corola amarillo intenso de 5.5 a 7 cm de largo, tubular, gradualmente expandida en un limbo bilabiado el labio superior con dos lóbulos y el inferior con 3, redondeados; estambre 4, didínamos, de 1.5 a 2 cm de largo, incluidos en el tubo, con densos pelos glandulares en la base; filamentos de color amarillo oscuro; anteras pardas, bilobadas con los lóbulos reflejos; nectario anular glabro, que rodea la base del ovario; ovario súpero, verde, bilocular con numerosos óvulos dispuestos en dos series en cada lóculo, alargado, papiloso; estilo glabro, que se adelgaza en la punta, y más largo que los estambres pero incluido en el tubo de la corola, expandido en el ápice en dos lóbulos estigmáticos aplanados.

Los frutos son cápsulas de 25 a 50 cm de largo, péndulas, aplanadas, agudas, con 9 a 12 costillas irregulares, verde parduscas. Sus semillas contienen numerosas semillas aladas y aplanadas, pardo amarillentas, de 1.5 cm de largo incluyendo.

La primavera forma parte de selvas medianas subcaducifolias en suelos de origen volcánico y metamórfico o sedimentario. Se

distribuye en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas y en la del Golfo en Tabasco. La madera suave de color claro, es apreciada para la fabricación de muebles y madera decorativa.

2.2 Colecta y manejo de semilla

Las semillas que se utilizaron para la producción de plántulas en el vivero y posteriormente en las plantaciones forestales, de los predios "El Pénjamo", "Carnizuelo", "El Mango" y "Sin Nombre" ubicados en la localidad de San José Chacalapa, Municipio y Distrito de San Pedro Pochutla, Oaxaca; fueron compradas directamente a comuneros de Zoquiapan, Boca de los Ríos del Municipio de Atatlahuac, Etna, Oax., recolectado en el Paraje "Boca de Río" de la especie cedro rojo (*Cedrela odorata*) L. Los frutos fueron colectados de bosque natural, considerando que las características de esta localidad tienen cierta semejanza a las condiciones naturales de San José Chacalapa.

Antes de la colecta de los frutos, se realizaron recorridos para localizar los árboles fenotípicamente de mejor conformación, se observó la fenología de los frutos para establecer la fecha de colecta que fue en el mes de marzo y abril de cada año; de ahí que la semilla utilizada no se almacenó, sino que se utilizó una vez beneficiada directamente a la cama de germinación, donde se pudo observar un porcentaje de germinación superior al 95%.

La primavera (*Tabebuia donnell-smithii*) Rose, las semillas de esta especie provienen de la localidad de Huehuetán, Tapachula, Chiapas, mismas que fueron recolectadas de las plantaciones forestales comerciales de la empresa Proyección Agroforestal S.A. de C.V.; la caoba (*Swietenia macrophylla*) King proviene de las localidades de la Colonia Cuauhtémoc y Santa María Chimalapas,

Istmo, Oaxaca; las tres especies anteriores no existen en la región, son introducidas a las condiciones de la Costa Oaxaqueña por ser especies que tienen una amplitud en el mercado y valor comercial, mezcladas estratégicamente con especies nativas de la región tales como: la caobilla (*Swietenia humilis*) Zucc., macuil (*Tabebuia rosea*) (Bertol.) DC. y hormiguero (*Cordia alliadora*) (Ruiz & Pav.) Oken cuya semilla fue obtenida de sujetos que se ubican dentro de la microregión y que previamente fueron seleccionados como mejores fenotipos; haciendo hincapié que en el caso del hormiguero se hizo una prueba de producción en vivero que se suspendió debido a causas desconocidas; después de 5 años de recuperación del acahual vino una regeneración natural de la especie en manchones en abundancia en los predios.

En la recolección de las semillas por los recolectores no existen datos que testifique el número de árboles que fueron colectados, mejor dicho, no tomaron ningún dato dentro de los sitios donde hicieron la recolección.

Las semillas de caoba, macuil y primavera fueron pesadas en kilogramos, colocándolas un kilo por bolsas de plástico, bien selladas y marcadas con los nombres de cada especie y procedencia en las bolsas; los colocaron en lugares frescos y secos. No aplicaron ningún fungicida a las semillas.

2.3 Producción de planta

La producción de la plantas en vivero de las cinco especies se llevó acabo en el vivero forestal ubicado en el predio "El Carnizuelo" (Apéndice 2), donde se obtuvieron con los servicios y equipos necesarios como el agua, vías de acceso, cerca de los demás predios, bajo un sistema tradicional, como parte de la

capacitación de los trabajadores, toda vez que si bien es cierto algunas de estas personas desempeñaron actividades en cafetales produciendo plantas para su reemplazo, con una remota idea de cómo reproducir especies forestales, por lo que tuvieron que emplear una técnica lo más sencilla posible.

2.3.1 Almacigos

Como primera fase de ensayo al no contar con especies de otras regiones se dio inicio con el macuil (*Tabebuia rosea*) (Bertol.) D.C., en siembra directa, cuya experiencia en la producción fue favorable, plántulas muy vigorosas de gran calidad; sin embargo, por la inexperiencia de los trabajadores tuvieron una gran merma en el traslado y en la plantación, motivo por el cual cambiaron de estrategia para dar cabida a la producción de planta en envase.

La siembra de semillas en el vivero se llevo acabó en un almacigo ó semillero de 1 m x 1.5 m x 0.40 m de profundidad, fue construido directamente en el suelo, colocaron tablas en los alrededores para enmarcarlas, algunas de las semillas de las especies fueron colocadas es minisurcos separadas de 10 cm entre sí, con una profundidad de dos a tres veces el tamaño de la semilla y al voleo cubriéndolos con una capa de sustrato ligeramente; cuidadosamente fueron protegidos con hojas de palmas y/o malla media sombra, que le sirvió contra los depredadores.

El sustrato que se utilizó en los almacigos fue de tierra local de monte y tierra de río, se hizo la mezcla tres de tierra de monte y una de arena de río; que viene siendo la combinación más adecuada para el buen desarrollo de la planta en envase en el vivero.

El riego fue aplicado una vez al día, alternando riegos por las mañanas y otras veces en las tardes, de preferencia los días más asoleados, y por otra parte con la aireación necesaria para evitar el exceso de humedad y la presencia del hongo (*Damping-off*).

El viverista tuvo cuidado de todas estas actividades mediante la presencia en tiempo completo para garantizar la producción de plántula.

La época de siembra de las semillas en los almácigos fue en marzo-mayo, el clima de la región, la temperatura y los cuidados favoreció la germinación y el crecimiento de las plantas.

2.3.2 Trasplante de la plántula

El trasplante de los almácigos de germinación a los envases se realizó una vez germinado la semilla, que dura aproximadamente entre 15 y 20 días, dando un margen de 5 a 10 días máximo para el trasplante; o sea, 30 días después de la siembra. La colocación de las plántulas en los envases fue verticalmente a la joven raíz en la tierra sin dañar las raicillas o encórvalas.

En el momento del trasplante se llevó a cabo la primera selección de plántulas, escogiendo las mejores de más vigor, donde se eliminó aproximadamente un 10% del total, mismas que se desecharon.

Al mismo tiempo se llevó a cabo la primera poda de hojas, quitando de 2 a 3 hojas a fin de minimizar pérdidas de agua por evapotranspiración y asegurar el prendimiento en el envase, técnica que ha favorecido el desarrollo de la plántula en el vivero.

2.3.3 Vivero

Las platabandas en el vivero en general fueron rectangulares, sirven para la colocación uniformemente distribuidas las plantas y para llevar el control de número de plantas, donde mayormente pasa su tiempo de crecimiento y desarrollo. Las medidas de las platabandas en el vivero fue, de ancho 1 m x 20 m de largo, entre platabandas 0.80 m, el número de platabandas fueron de acuerdo a la necesidad de la planta que en promedio anual fue de 35,000 a 45,000 plantas. En general todas las platabandas estuvieron techados con malla media sombra, sin embargo, la experiencia les indica que por el tipo de clima esta malla genera mucho calor, principalmente en los meses de abril y mayo; por lo que se tuvo que combinar con material más fresco como es la hoja de palma cocotero, a fin de mantener la planta en un ambiente más fresco.

El tamaño de los envases que se utilizaron fueron bolsas de polietileno de color negro de 15 x 25 cm, calibre 400, para las cinco especies forestales en la plantación. El tipo de sustrato que se utilizó para el llenado de los envases en el vivero fue tierra de monte local y arena de río, donde hicieron la mezcla de sustrato a una proporción de tres a uno.

La frecuencia de riegos que se aplicó fue uno por día preferentemente, fue en las mañana y/o en las tardes, de ésta manera evitaron la intensidad solar y la evapotranspiración de las plantas.

La cantidad de agua que requirieron para el riego fue la influencia por el tipo de sustrato, según la edad y de las especies de plantas a que estaban produciendo, el riego fue uniformemente en todas las plantas en las platabandas. El abastecimiento de agua para el riego se tomó a 50 m del vivero en el arroyo, donde, se encuentra un manantial de agua permanente, el cual fue bombeado con una bomba de catorce caballos a un tanque con capacidad de 10,000 lt.

Las plántulas en las platabandas, cada 30 días les daban un deshierbe general y desraízamiento de ésta forma evitaron la competencia y ataque de hongos hacia las plantas.

El tiempo de crecimiento de las plantas en el vivero desde su nacimiento hasta la transportación de ellas en los terrenos a plantar se llevó un periodo de 4 a 5 meses, las cuales fueron alcanzadas a una altura de 30 a 40 cm, donde las plantas por su crecimiento, desarrollo y edad fueron aptas para plantarlas.

Antes de sacar las plantas del vivero al campo, les aplicaron un castigo ó endurecimiento, quitándole la sombra y por otra parte aplicando la remoción como etapa previa a la plantación en un periodo aproximado de un mes, con riegos ligeros para mantener en equilibrio la planta, para que recibieran más luz en el día y en las noches frió, de esta forma las plantas fueron maduras más para enfrentar las condiciones reales en la plantación en el terreno definitivo.

La selección de plantas a plantar, hicieron una evaluación en donde se escogieron las mejores plantas principalmente el grosor del diámetro, altura mayor de 35 cm, vigoroso, no bifurcados, no plagados, no maltratados, de color verde, son las que fueron seleccionados y las plantas que no cumplieron con los requisitos antes mencionados se eliminaron totalmente en el vivero.

2.4 Establecimiento de las plantaciones

El establecimiento de las plantaciones, es sin duda el periodo más crítico para las plantas y para que ésta logrará

superar con éxito esta etapa, es fundamental el empleo de técnicas de manejo adecuadas para las especies y para las condiciones del sitio en donde se establecerán las plantaciones (Rivera, 1999).

2.4.1 Selección del sitio

La selección de sitio para establecer las plantaciones en San José Chacalapa se basó principalmente en los objetivos del programa de manejo de la plantación de las cinco especies forestales tropicales para los cuatro predios; se analizaron los factores legales, sociales, económicos, culturales y ecológicos en los predios donde en la actualidad se encuentran las plantaciones; con el propósito de evitar problema que lleguen afectar el resultado de las plantaciones durante el transcurso del tiempo y llegue al fracaso económico (Morales, 1997).

2.4.2 Época de plantación

La época adecuada que se establecieron las plantaciones fue en los meses de junio-julio para las cinco especies utilizadas, en los cuatro predios, en la región se llegó a definir el periodo de plantación al establecerse las primeras lluvias antes del periodo conocido como “la canícula” que viene siendo un periodo seco que se presenta a finales del mes de julio, y la mayor parte del mes de agosto y que es muy marcado en la región; con la finalidad de asegurar la sobrevivencia, ya que después de este periodo regresan las lluvias en forma más irregular y si se planta se tiene el riesgo que la planta no alcance las condiciones adecuadas para el prendimiento (Morales, 1997).

2.4.3 Preparación del terreno para la plantación

Los cuatro predios estaban cubiertos de vegetación secundaria o acahual. Los primeros movimientos que hicieron en los terrenos fue abrir carriles de 4 m en los alrededores de los predios para el cercado con alambre de púas a cuatro hiladas y una apertura de caminos con un tractor aproximadamente 5 km de camino secundario.

2.4.4 Metodología para el establecimiento de la plantación

En 1995 fue el último año que estos terrenos se utilizaron para agricultura y ganadería extensiva y por ende el último año que se llevó a cabo la tumba-roza-quema de acahual; en el siguiente ciclo de lluvias (1996) inicia la presencia de la vegetación secundaria (acaahual) que actualmente cubre estos terrenos; por lo tanto la plantación se lleva a cabo bajo la siguiente metodología:

2.4.4.1 Con el acahual

Se abrieron carriles de 1 m de ancho entre el acahual y sobre ésta se hizo la plantación a una equidistancia de 3 m entre planta y planta. La preparación del terreno consistió en la eliminación de la vegetación arbustivas y herbáceas abriéndose carriles de 1 m de ancho, por la longitud del terreno, por 3 m entre carriles, siguiendo la forma o las curvas de nivel del terreno.

Los carriles de 1 m de ancho se establecieron también en una separación de 3 m entre carril y carril, quedando una faja de acahual de 2 m de ancho. La eliminación del matorral y herbáceos en los carriles fue mediante derribo manual con machetes y hachas, bien picados y apilados de esta manera facilitó las

maniobras de trazo y excavación, el traslado de las plantas, en la plantación y en el riego entre otros.

La plantación, originalmente se hizo mezclando especies. Posteriormente con la experiencia que se fue dando las condiciones de insolación en el periodo de sequía, por la exposición se ha ido adecuando en la replantación, dado que algunas especies soportan la exposición este y sureste, o sea, el lado más soleado de la exposición, en cambio otras no.

A los tres años de edad aplicaron una poda, sin embargo, esto no es sistemático, toda vez que la irregularidad en la recuperación natural del acahual, algunas especies han favorecido para que con la cobertura facilite la poda natural.

El acahual a través de los años conforme va aumentando el tamaño, el número de especies y dada la situación caducifolia de las especies, paulatinamente va creando una sombra y con las hojas va formando una cubierta al suelo que va favoreciendo la resistencia de la planta a la sequía que en esta microregión es muy marcada (octubre-mayo). Anualmente se han proporcionado dos limpiezas a los carriles antes y después de las lluvias (junio y septiembre).

En cuanto a plagas las más frecuentes han sido *Hypsiphylia grandella* Z. (barrenador de la yema terminal) y *Chrysobothris yucatanensis* (barrenador de la base del tallo) en el cedro rojo en ambos casos se ha controlado con la aplicación del "Foley" se aplica una dosis 200 ml por cada bomba de 72 lt de agua para 1 ha en intervalos de 15 días durante el periodo de lluvias, época en que se presenta un gran desarrollo de la yema terminal.

2.4.4.2 En terreno agrícola

La experiencia de plantación de estas especies con el cultivo de maíz no obtuvieron resultados confiables, toda vez que al caer la mata del maíz, el campo queda despejado y la insolación es fuerte y la planta no soporta esta insolación durante el periodo de estiaje que es amplio en la localidad de (octubre a mayo), por lo que en esta región no se recomienda utilizar ésta metodología

2.4.5 Medidas de protección

2.4.5.1 Cercado

Los predios en referencia cuentan con cercado perimetral para la protección de la plantación forestal, el cual consiste en un posteado y cercado con alambre de púas, para su mantenimiento cada dos años se hace la reparación de tal manera que el ganado que pasta los predios adyacentes no entren a la plantación. Posteado y cercado perimetral de los terrenos en una longitud aproximada de 12 mil metros lineales.

2.4.5.2 Prevención de incendios forestales

En un punto estratégico se cuenta con una casa habitación con personal permanente, vehículo, banco de herramienta y sistema de radio-comunicación (base y móvil) para prevenir, controlar y/o en su caso combatir los incendios forestales.

Como labor preventiva se han establecido convenios con poblaciones aledañas, pláticas con grupos y escolares; haciendo hincapié que a la fecha no se ha presentado incendio alguno.

2.4.5.3 Apertura de brechas corta-fuego

Una vez que se llevó a cabo el cercado se abrieron brechas corta-fuego, que en la actualidad suma una longitud de 12 Km y éstas cada año se limpian a fin de prevenir la incidencia de incendios forestales que pudieran pasar de los predios adyacentes donde se práctica la roza-tumba-quema, para cultivo de maíz.

2.4.5.4 Caminos de saca

Ampliaron algunas veredas como brechas de saca que facilitaron el transporte de la planta para su establecimiento, estos caminos tienen una longitud aproximada en los cuatro predios de 5 km, que anualmente se limpian de forma manual; además, el camino funciona como brechas corta-fuego, la colocación de las plantas en los sitios necesarios y estratégicos, también fue importante para las labores de cultivo y de mantenimiento que se está llevando en la actualidad como prevención de incendios y plagas forestales, aplicación de riegos necesarios en las áreas cercanas a los caminos y vigilancia continua en los predios.

2.4.6 Otras actividades para asegurar la plantación

La construcción de presas de madera y piedra acomodada para apoyar el control de la escorrentía y recuperación de suelo en cárcavas en puntos estratégicos. Laminas alusivas para la prevención de incendios forestales, tala clandestina y protección a la fauna silvestre.

2.4.7 Forma de traslado de la planta del vivero a la plantación

Las plantas seleccionadas en el vivero fueron cargadas y acomodadas junto a los demás una por una cuidadosamente sobre una camioneta pickup; las plantas se transportaron en los cuatros predios con una velocidad mínima del vehículo de 10 km /h, al llegar al lugar de descarga de las plantas de la misma manera fueron bajadas y acomodadas provisionalmente en la sombra. Las plantas se acarrearon en botes de plástico de 20 lt y en cajas de madera de frutas transportándolas manualmente y cuidadosamente a los puntos señalados en los carriles para su plantación definitiva, haciéndolos de la misma forma en los cuatros predios (en este proceso se presentó una merma del 5%).

2.4.8 Sistema de plantación y características

El sistema plantación utilizada cepa común; porque es fácil, rápido y económico y su función depende del tamaño de las cepas y de las condiciones del lugar donde se plante. Las cepas realizadas fueron de 20 x 20 x 40 cm; se hizo el cajeteo alrededor de las plantas para que capten más agua y tuviera mayor humedad.

2.4.9 Densidad

La densidad de plantas por hectáreas fue de 1,111 plantas con un espaciamiento de 3 x 3 m entre plantas y entre carriles (Apéndice 3), el sistema de trazado que utilizaron en los cuatro predios fue el de tres bolillos por lo que el terreno es de lomeríos la cual fue apto este tipo de trazado al tipo de terreno (Morales, 1997).

2.4.10 Forma de plantar y tiempo durante el día

Los hoyos para las cepas se realizaron con barreta, pico y pala; siguiendo carriles a curva de nivel. Las cepas los hicieron un mes antes de la plantación para que el suelo se intempericiara.

Dentro de los carriles donde cayeron los puntos de excavación, escogieron los mejores lugares para las plantas, si se encontraban rocas, raíces de arbustos que les pudieran hacer la competencia, así como pozos de tuzas, se buscaron otros puntos, aunque éstos salieran de los puntos diseñados y señalados en los carriles de las plantaciones.

Una vez bien realizadas las cepas en los carriles, se colocaron las plantas en medio de los hoyo y se rellenaron de tierra (materia orgánica descompuesta).

Se compactó bien el suelo alrededor de las plantas; dejando el cuello de las plantas de 3 a 5 cm abajo del nivel del suelo, se limpió alrededor de las plantas para evitar la competencia.

Por lo general la plantación en los cuatro predios se realizó de 7:00 a 11:00 de la mañana y en las tardes de 4:00 a 6:00 de la tarde, excepto en los días nublados, sin sol, se plantaba durante todo el día.

2.4.11 Fertilización al momento de la plantación

Se realizaron aplicaciones de fertilizante, triple 17 directamente el suelo aun lado de las plantas, en el predio "El Carnizuelo", lugar donde se realizaron las primeras plantaciones;

sin embargo, no tuvo ningún efecto significativo por causas desconocidas, por esta razón no siguieron fertilizando en los demás predios.

2.4.12 Riego al momento de la plantación

Durante el tiempo que se llevaron acabo las plantaciones no se requirió el riego.

En el periodo de sequía, entre los meses de (febrero-mayo) si se aplicaron riegos en las plantas en cada predio, especialmente en los lugares donde las plantas mostraban síntomas de marchitez, el riego fue una vez por semana, con una pipa de 3,000 lt de capacidad, se aplicó con ayuda de 5 a 7 trabajadores, el equipo que utilizaron para el riego de las plantas fue mangueras y botes de 20 lt, por lo general fue un bote por planta para los cuatro predios.

La fuente abastecedora de agua para el riego en los tres predios "El Carnizuelo", "El Mango" y "El Pénjamo", se abastecieron del arroyo permanente que se encuentra en la parte noroeste del vivero y en el Río Grande que se localiza al oeste de los predios.

En el predio "Sin Nombre" la principal fuente que abasteció de agua para el riego en la plantación fue el manantial ubicado en el predio "El Carnizuelo".

2.4.13 Reposición de la planta muerta y tiempo de esta

En la reposición de las plantas muertas producto de causas como: la insolación, cambios de temperatura, daños por el hombre y por la fauna silvestre, plagas, mal plantadas y manejadas; en

los predios "El Carnizuelo" y "El Mango" plantaron caoba, cedro, macuil y primavera, con las mismas especies replantaron en los predios.

En "El Pénjamo" plantaron caoba, cedro, macuil, y hormiguero, replantaron caoba, cedro, macuil y primavera, el hormiguero debido a la mala reacción de la planta por causas desconocidas ya no fue manejada en los predios; en el predio "Sin Nombre" plantaron caoba y macuil, en la actualidad no han hecho reposición de plantas debido a que no hay fallas o plantas muertas.

La época que realizaron la reposición de plantas en los cuatro predios fue en los meses de lluvia de junio-julio.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de las áreas de estudio

3.1.1 Localización geográfica

El área de estudio se ubica en la región costa del estado de Oaxaca en el distrito de San Pedro Pochutla con coordenadas extremas al norte $15^{\circ} 54'$, al sur $18^{\circ} 52'$ de latitud norte al este $96^{\circ} 18'$ y al oeste $96^{\circ} 34'$ de longitud oeste, con una altitud 150 msnm, representa el 0.44% de la superficie del estado, comprende 7 localidades principales: Puerto Ángel, San José Chacalapa, San Miguel Figueroa, San Pedro Pochutla, San Roque, San Isidro Apango y Arroyo Cruz, Oax., respectivamente. El municipio de San Pedro Pochutla colinda al norte con los municipios de Candelaria Loxicha, Pluma Hidalgo y San Mateo Piñas; al este con el municipio de Santa María Huatulco; al sur con el Océano Pacífico y Santa María Tonameca; al oeste con los municipios de Santa María Tonameca, Santo Domingo de Morelos y Candelaria Loxicha (Figura 1) (INEGI, 1995).

Los predios se localizan en la Jurisdicción de la Población de San José Chacalapa, Pochutla, Oax., en el km 225 sobre la carretera Oaxaca-Pochutla, con coordenadas geográficas, latitud norte $15^{\circ} 50'$ y longitud oeste $96^{\circ} 28'$, con una altitud de 220 msnm. Por el noreste de la población se desvía un camino rural aproximadamente de 3 km hacia los predios "Sin Nombre", "El Carnizuelo", "El Pénjamo" y "El Mango" (INEGI, 1995; Morales,

1997). Geográficamente se ubican dentro de las siguientes coordenadas (Morales, 1997).

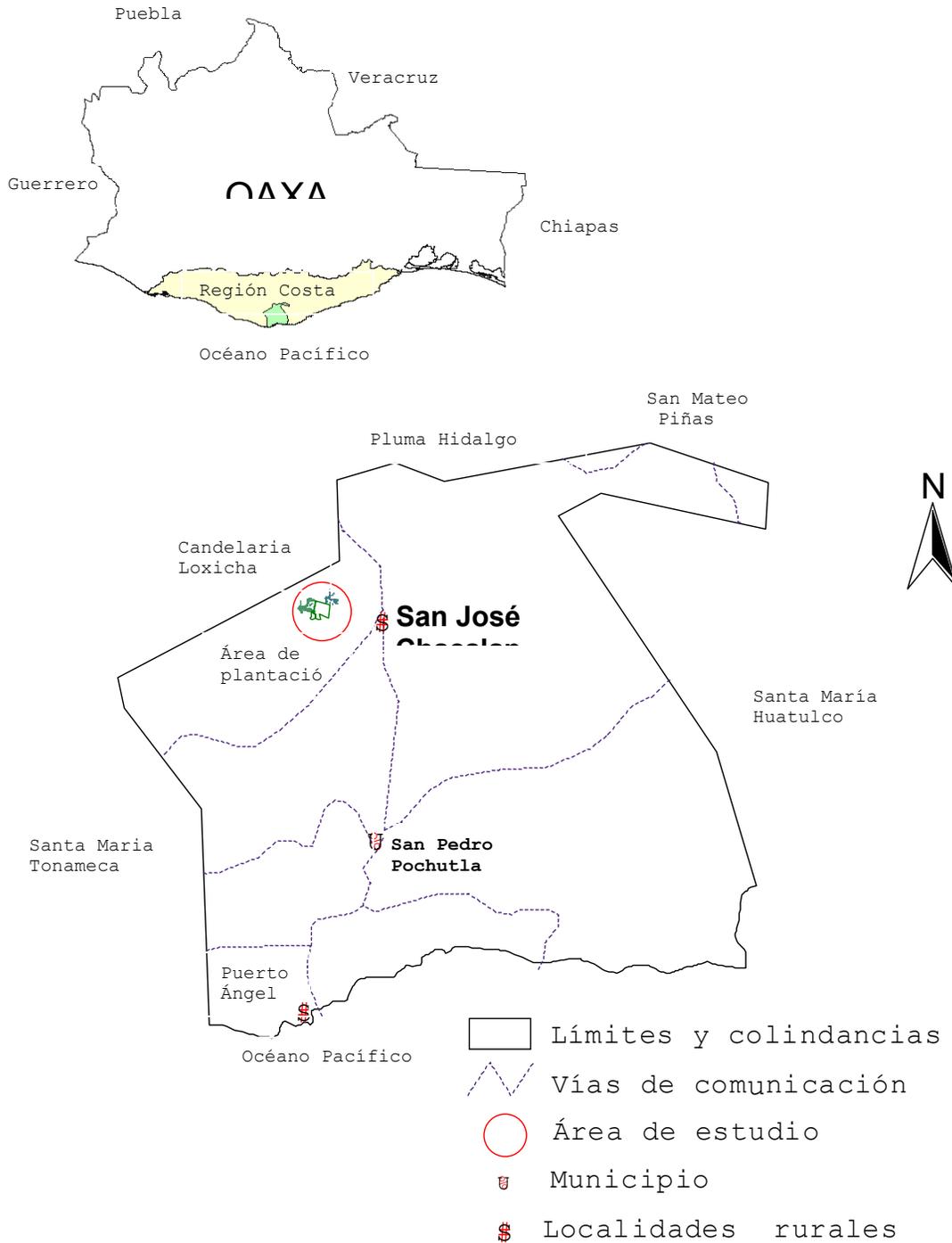


Figura 1. Ubicación general del área de estudio, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Predios	Vértice	Latitud Norte			Longitud Oeste de Greenwich		
"El Carnizuelo"	1	15°	50'	29.0"	96°	28'	45.9"
	2	15°	50'	29.2"	96°	28'	44.2"
	3	15°	50'	36.4"	96°	28'	35.2"
	4	15°	50'	32.9"	96°	28'	24.5"
	5	15°	50'	32.3"	96°	28'	28.0"
	6	15°	50'	19.0"	96°	28'	31.1"
	7	15°	50'	17.0"	96°	28'	27.6"
	8	15°	50'	14.3"	96°	28'	35.3"
	9	15°	50'	12.7"	96°	28'	35.7"
	10	15°	50'	13.6"	96°	28'	38.0"
	11	15°	50'	15.6"	96°	28'	47.3"
	12	15°	50'	18.4"	96°	28'	44.8"
"El Mango"	1	15°	50'	21.5"	96°	29'	11.1"
	2	15°	50'	18.3"	96°	29'	03.7"
	3	15°	50'	02.1"	96°	29'	07.2"
	4	15°	50'	08.5"	96°	29'	23.9"
	5	15°	50'	11.6"	96°	29'	25.2"
	6	15°	50'	12.5"	96°	29'	16.0"
"El Pénjamo"	1	15°	50'	18.3"	96°	29'	03.7"
	2	15°	50'	19.8"	96°	28'	54.4"
	3	15°	50'	13.6"	96°	28'	38.0"
	4	15°	49'	51.2"	96°	28'	40.0"
	5	15°	49'	52.5"	96°	31'	10.7"
	6	15°	49'	44.5"	96°	28'	49.9"
	7	15°	49'	46.1"	96°	28'	57.6"
	8	15°	49'	48.7"	96°	29'	00.6"
	9	15°	49'	48.8"	96°	29'	06.6"
	10	15°	49'	55.3"	96°	29'	09.6"
	11	15°	49'	50.2"	96°	29'	05.5"
"Sin Nombre"	1	15°	49'	54.5"	96°	28'	18.2"
	2	15°	50'	00.3"	96°	28'	12.6"
	3	15° ¹⁴	49'	50.4"	96°	27'	58.1"
	4	15°	49'	46.4"	96°	28'	07.4"

Fuente: Morales (1997).

El predio "El Carnizuelo" colinda con los siguientes propietarios: al norte con Roberto Luna y Fortino Reyes; al sur con Anatolio Gopar y Labino Pérez; al este con terreno comunal de San José Chacalapa y al oeste con Tomás García y camino que conduce al Río Culebra.

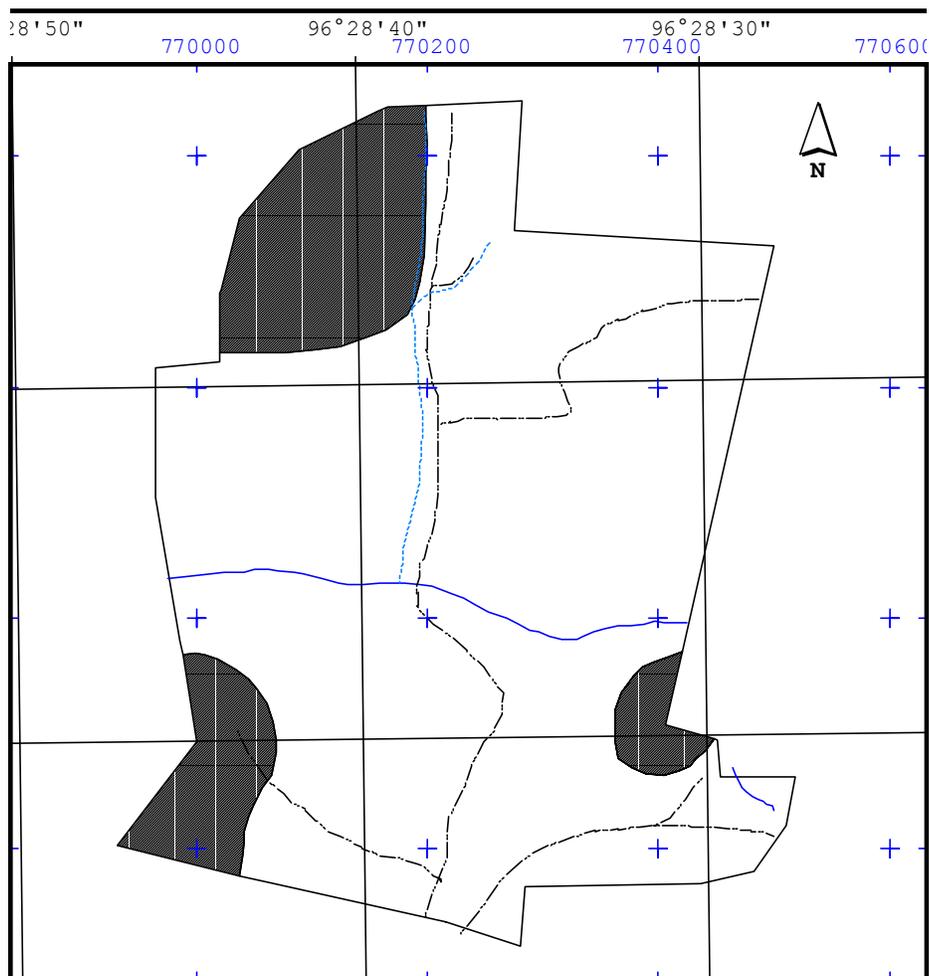


Figura 2. Plano del predio "El Carnizuelo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

El predio "El Mango" colinda con los siguientes propietarios: al norte con Josefina López Ríos; al sur con Héctor Leiva Martínez; al este con José Luis López Pérez y al oeste con terreno comunal de Candelaria Loxicha, Río Grande de por medio.

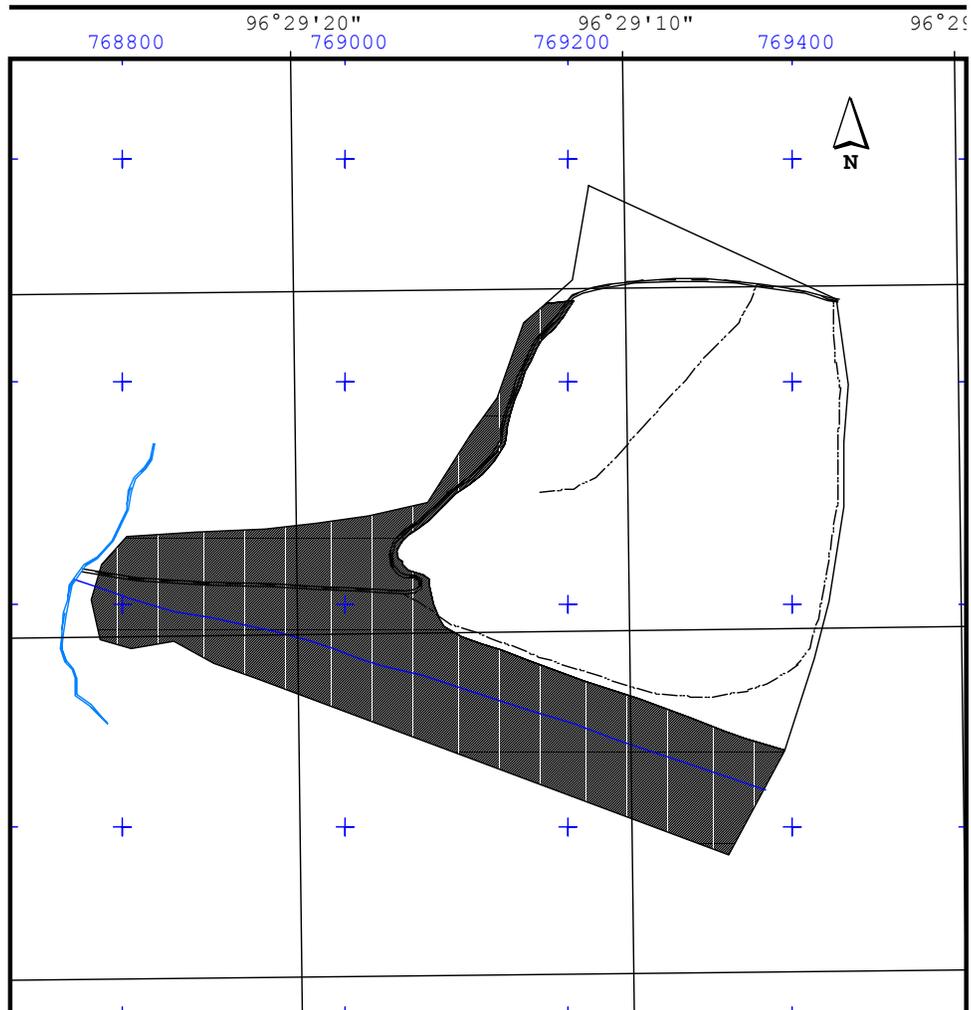
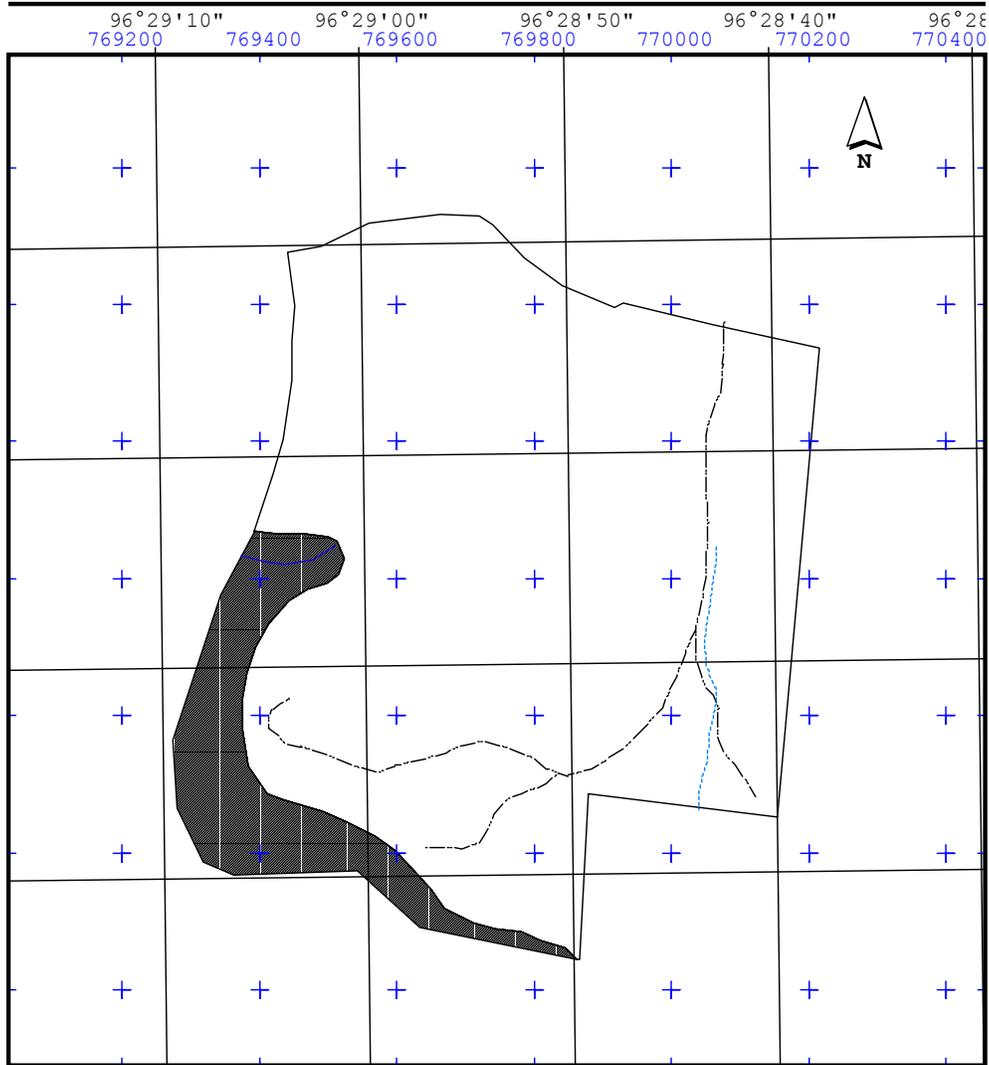


Figura 3. Plano del predio "El Mango", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

El Predio "El Pénjamo" colinda con los siguientes propietarios: al norte camino rural que conduce a Candelaria Loxicha; al sur y al este con terreno comunal de San José Chacalapa y al oeste predio "El Mango".



Escala gráfica 1:8000
 200 0 200m

Simbología
 ■ Área de conservación
 □ Área de plantación
 ~ Arroyo permanente
 - - - Arroyo temporal
 / \ Brecha de saca

Figura 4. Plano del predio "El Pénjamo", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

El predio "Sin Nombre" colinda los siguientes propietarios: al norte con Otilio y Gregorio Ramírez; al sur y al este con Río Chacalapa y al oeste con Eusebio Arista, Panteón Municipal, y camino que conduce a Candelaria Loxicha.

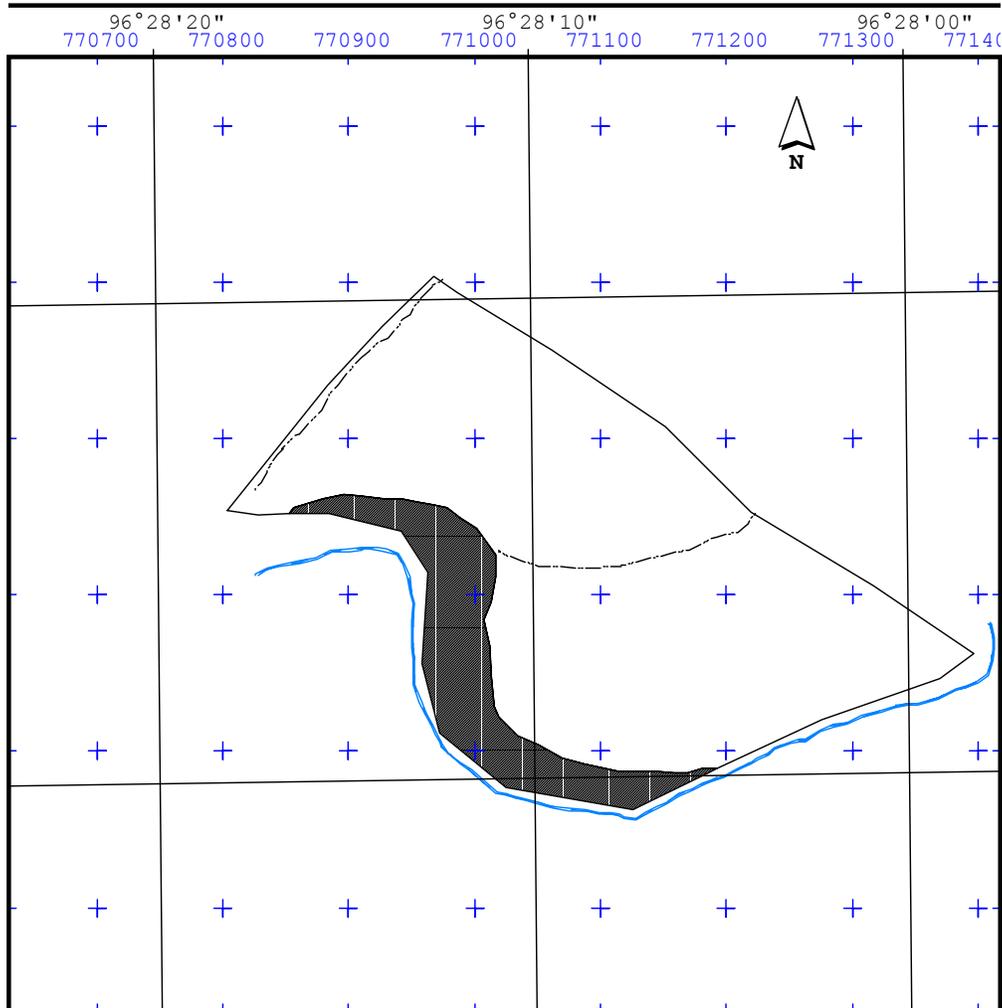


Figura 5. Plano del predio "Sin Nombre", en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

3.1.2 Aspectos ecológicos

Cuadro 2. Descripción fisiográfica, topográfica, edafológica e hidrológica de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Descripción fisiográfica	Descripción topográfica	Descripción edafológica	Descripción hidrológica
Región Costa de Oaxaca. Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y subprovincia Cuesta del Sur. En las áreas plantadas presenta topofomas: lomeríos y pequeños valles aluviales.	Lomeríos con pendientes entre 0 y 40% y hasta más de 40%; altitud sobre el nivel del mar 150-250 msnm.	Litología superficial la constituyen rocas metamórficas. Los suelos son regosol éútrico (Rge) y feozem) háptico (PHh) asociadas con litosoles (LP), con textura gruesa.	Región (RH21). La región comprende la cuenca (C) Río Colotepec. Las plantaciones se localizan en la subcuenca (C ₅₉₈) Río Tonameca. Las corrientes superficiales que se presenta en las áreas de plantaciones el principal es Río Grande y Río Chacalapa, ambos se desembocan en el Océano Pacífico.

Fuente: INEGI (1996), Morales (1997), INEGI (1988a), INEGI (1988b), Tarsy *et al.* (1990).

En la actualidad, en los alrededores de las áreas plantadas está constituida por una selva degradada o perturbada, por la ganadería extensiva, la agricultura nómada, los incendios y plagas forestales y por el aprovechamiento y saqueo de leña para combustible.

Todo esto provoca a una vegetación dominada acahual integrada por vegetación secundaria; el 95 % de las plantaciones

en total de los cuatro predios se establecieron en zonas de vegetación secundaria y/o acahual.

Cuadro 3. Descripción climática y tipo de vegetación de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Descripción climática	Tipo de vegetación
A (w0) corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad.	Cálido subhúmedo comprende de una vegetación de selva mediana caducifolia.
A (w2) corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad.	En la descripción de las cinco especies tropicales clasifican el tipo de vegetación como,
A (w1) corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media, lugar donde se encuentran las plantaciones. A una temperatura media anual de 26.4 °C, con una precipitación media anual de 912.0 mm; los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre y los meses de menor precipitación es de enero a abril; las temperaturas más altas se presentan en los meses de abril a agosto, mientras que las más bajas se presentan en noviembre a enero.	selva mediana caducifolia y subcaducifolia, selva alta perennifolia y subperennifolia.

Fuente: INEGI (1995), INEGI (1985), García (1973) Rzedowski (1978), Morales (1997).

Morales (1997) menciona que la vegetación y fauna silvestre en bosque tropical tienen una estrecha relación en su tipo, ya que las selvas en gran medida sirven de refugio y guarida para su reproducción y sobrevivencia; cuando se eliminan las selvas para la agricultura y/o ganadería en su totalidad como fue el caso de estas áreas, también la fauna silvestre, posiblemente fue eliminada o emigró en busca de refugios en relictos de selvas aledañas aún existentes.

En la actualidad, los trabajadores de la plantación comentan, que la presencia de fauna silvestre ha aumentado como consecuencia de las plantaciones forestales del lugar; debido al cuidado y vigilancia permanente que se está llevando en las áreas plantadas.

Cuadro 4. Especies asociadas a los tipos de vegetación en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Especie	
Nombre común	Nombre científico
Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> L.
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>
Caobilla o zopilote	Swietenia humilis
Rosadillo	
Ramón	
Hormiguero	
Macuil	
Tololote	<i>Mirandaceltis monoica</i>
Huanacastle	<i>Brosimum alicastrum</i>
Chicozapote	<i>Cordia alliodora</i>
Guapinol	<i>Tabebuia rosea</i>
Nanche	<i>Andira inermis</i>
Coyo	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Zapote negro	<i>Manilkara zapota</i>
Cacahuananche	Hymenea courbaril
Quebracho	<i>Byrsonima crasifolia</i>
	<i>Scheelea liebmannii</i>
	<i>Diospyros digyna</i>
	<i>Gliricidia sepium</i>
	Poeppigia procera

Fuente: Morales (1997), Rzedowski (1978).

Cuadro 5. Especie de fauna silvestre de los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Fauna silvestre

Nombre común	Nombre científico
Puma	<i>Felis concolor</i>
Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>
Armadillo	<i>Cagbassous centralis</i>
Tejón	<i>Nasua hasua</i>
Nauyaca	<i>Crotalus terrificus</i>
Conejo	<i>Silvilagus cunicularis</i>
Tigrillo	<i>Felix wiedii</i>
Zorrillo	<i>Spilogale augustrifrons elata</i>
Huilota	<i>Zenaidura macroura</i>
Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>
Iguana prieta	<i>Ctenosaura similis</i>
Víbora de cascabel	Crotalus terrifus
Coralillo	
Lagarto de crestas mexicano	<i>Micrurus sp</i>
	<i>Heloderma horridum</i>

Fuente: Morales (1997).

3.2 Evaluación de sobrevivencia, vigor y estado fitosanitario de las plantaciones

La evaluación de sobrevivencia se basó en el procedimiento para la verificación técnica ambiental del PRODEPLAN (CONAFOR-SEMARNAT, 2003).

Para definir el tipo de muestreo en la evaluación de la sobrevivencia, previamente se realizó un recorrido previo en los cuatro predios, con el Ing. Juan Morales Hernández y el C. Apolonio Hernández Jacinto encargados de la plantación, y con el M.C. Celestino Flores López asesor principal del presente trabajo; durante el recorrido se reconoció la superficie plantada, las especies plantadas y la vegetación existente.

El levantamiento de los datos en campo (Apéndice 4) se realizó con una brigada de tres personas, a partir del día 25 de enero al 05 de febrero de 2004, se estableció en base a los planos con escala 1: 10,000 de los predios; los materiales y

equipos que se utilizaron en el levantamiento de sitios (Apéndice 5).

3.2.1 Diseño de muestreo

Se realizó un muestreo sistemático, la intensidad de muestreo fue de 0.5% donde se utilizaron sitios de 100 m², con una equidistancia entre sitios de 140 m aproximadamente (Apéndice 6), para distribuir los sitios se empleó una cuadrícula a la escala del plano de cada predio, en cada intersección se ubicó cada sitio.

3.2.2 Forma y tamaño de los sitios

Considerando la altura y densidad de las plantaciones de 1,000 a 1,400 árboles/ha se utilizaron parcelas de 100 m² de forma circular (Figura 6) (CONAFOR-SEMARNAT, 2003).

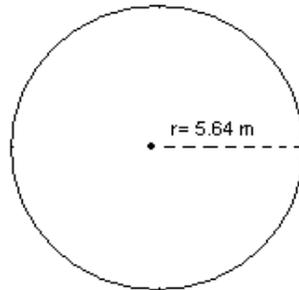


Figura 6. Forma y tamaño de sitio circular de muestreo de 100 m², utilizado en la evaluación de plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Para establecer y medir los sitios en campo se utilizó una brújula (Silva) para definir los rumbos de las líneas, dos machetes que se ocuparon para abrir el paso y hacer la medición, una cuerda compensada de 50 m para medir los 140 m establecidos entre líneas, dos cuerda compensadas de 5.64 m para medir los

sitios, dos cintas diamétricas (Jackson) para medir los diámetros; y una pistola (Haga) para medir alturas de las plantas, y una vara de 3 m que facilitó tomar la altura de algunas plantas. Para medir la altitud se utilizó un altímetro (Thommen).

3.2.3 Precisión, confiabilidad e intensidad de muestreo

La precisión que se realizó en la estimación de la proporción de sobrevivencia es del 5% con una confiabilidad de 95%; y una intensidad de muestreo de 0.5%.

3.2.4 Análisis estadístico de las plantaciones

Se calcularon las frecuencias y porcentajes de sobrevivencia, estado fitosanitario y vigor de las plantas muestreadas de las plantaciones en los cuatro predios, los datos de campo se capturaron en un programa de análisis estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 8.

Para el cálculo de estimación de la proporción de sobrevivencia, estado fitosanitario y vigor de las especies, las ecuaciones utilizadas fueron (Apéndice 7, 8 y 9) (CONAFOR-SEMARNAT, 2003).

Estimador de la proporción de sobrevivencia (p):

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Varianza estimada de p :

$$v(p) = \left(\frac{N-n}{Nnm^2} \right) \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - pm_i)^2}{n-1} \right]$$

Número promedio de árboles plantados por parcela en la muestra (\bar{m}).

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n}$$

Para calcular la varianza estimada de p se debe calcular:

$$\sum_{i=1}^n (a_i - pm_i)^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 - 2p \sum_{i=1}^n a_i m_i + p^2 \sum_{i=1}^n m_i^2$$

Límite para el error de estimación (LIM):

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2 \sqrt{\left(\frac{N-n}{Nnm^2} \right) \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - pm_i)^2}{n-1} \right]}$$

En donde:

p : Proporción estimada de árboles vivos, sanos y vigor.

q : Proporción estimada de árboles muertos, (1-p)

a_i : Número de árboles vivos en la parcela i .

N : Número total de parcelas.

- n : Número total de parcelas que se evalúan, tamaño de la muestra. Se recomienda una intensidad de muestreo de (0.5%).
- m_i : Número de árboles plantados en la parcela i .
- \overline{m} : Número promedio de árboles plantados por parcela en la muestra.
- $v(p)$: Varianza estimada de p .
- LIM : Límite de error para la estimación de p , según el caso, con una confiabilidad del 95%.

El tamaño de muestra está dado por:

$$n = \frac{NS_c^2}{ND + S_c^2} \quad S_c^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n'} (a_i - p m_i)^2}{n'-1} \quad \text{y} \quad D = \frac{B^2 \overline{m}^2}{4}$$

En donde:

- S_c^2 Es una expresión relacionada con la varianza.
- B : Es el error que el investigador está dispuesto a aceptar (precisión), en esta evaluación es de 0.05.
- n : Es el tamaño de muestra que aproximadamente satisfará la precisión deseada (0.05). Resulta al despejar n de la siguiente expresión: $2\sqrt{v(p)} = B$
La derivación de este tamaño de muestra supone normalidad y una confiabilidad del 95%.
- n' : Es el tamaño de la muestra preliminar.
- D : Es un cálculo intermedio que depende del error aceptable, del número promedio de árboles en cada parcela y de la confiabilidad establecida.

La evaluación de la sobrevivencia permitió obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se conoció es la proporción de árboles que están vivos respecto a los árboles efectivamente plantados. Se consideró que un individuo estuvo sano cuando no

presentó daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

El vigor de las plantaciones en su conjunto se describe como la proporción de individuos vigorosos del total de los árboles vivos por unidad de espacio y tiempo.

La evaluación fue cualitativa, en cuanto a que un árbol es vigoroso o no lo es, se midió la altura total de la planta, el diámetro y la longitud y latitud de la copa, con la finalidad de se puedan proporcionar recomendaciones de la relación diámetro o longitud de copa/altura total para decidir sobre el vigor de un árbol para una especie determinada.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Proporción de las especies plantadas y sobrevivencia

La proporción de las cinco especies plantadas en los cuatro predio fue variable, el cedro es la especie que más predomina 39.12% con 187 individuos, le sigue la caoba 34.73% con 166 individuos, el macuil 19.67% con 94 individuos, y las dos especies que menos predominan son el hormiguero 4.18% con 20 individuos y la primavera 2.30% con 11 individuos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Muertos			Vivos			Total	
	No.	(%)	(%) [‡]	No.	(%)	(%)	No.	(%)
Caoba	7	1.46 [†]	(4.22) [‡]	159	33.26	(95.78)	166	34.73
Cedro	42	8.79	(22.46)	145	30.33	(77.54)	187	39.12
Hormiguero	7	1.46	(35.00)	13	2.72	(65.00)	20	4.18
Macuil	11	2.30	(11.70)	83	17.36	(88.30)	94	19.67
Primavera	1	0.21	(9.09)	10	2.09	(90.91)	11	2.30
Total	68	14.23		410	85.77		478	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

En sobrevivencia, entre el porcentaje individual y general de los individuos vivos se presentan diferencias. La caoba presentó el valor más alto con 95.78% individual y 33.26% general, la primavera 90.91% individual y 2.09% general, el macuil con 88.30% individual y 17.36% general, el cedro 77.54% individual y 30.33%

general y el hormiguero es el más bajo de todos con 65% individual y 2.72% general. De las especies con valor más alto en mortandad fue el hormiguero con 35% individual y 1.46% general, el cedro 22.46% individual y 8.79% general, el macuil con 11.70% individual y 2.30% general, la primavera con 9.09% individual y 0.21% general y la caoba fue el más bajo en mortandad de todos con 4.22% individual y 1.46% general.

Del total de individuos muestreados por especies en los cuatro predios, la mortalidad fue de 14.23% y una sobrevivencia del 85.77%. De acuerdo con PRONARE-SEMARNAT (2000), el porcentaje de sobrevivencia es excelente porque se encuentra entre 76 y 100%.

En las evaluaciones de reforestación y plantación, realizadas a través del PRONARE, se ha encontrado que existen serios problemas en sobrevivencia y desarrollo de las plantaciones, producto de diversos factores. Uno de los factores más importantes es controlar la calidad de germoplasma forestales, que se utiliza para la producción de plantas y plantación. Sin embargo, no existe información relativa a los sitios de recolección y mucho menos en relación con los niveles de selección y características físico-biológico (Hernández, 2000). Por lo tanto, no se tuvo control de la calidad y origen de la semilla, que son el éxito y control en la calidad de las plantaciones (Sánchez, 1999).

El valor alto de sobrevivencia es el resultado de reposiciones de plantas desde su establecimiento, hace 7 años.

Además a las especies plantadas en los predios, durante los periodos de sequía se les aplicó riegos, se tuvo prevención

contra incendios y plagas forestales, se elaboraron limpiezas, cajeteo para captación de agua, podas, los predios están cercados, se tienen anuncios preventivos y una vigilancia continua (Apéndice 10). Todas las operaciones de manejo en éstas plantaciones han conducido a resultados positivos (Díaz y Rodríguez, 1999).

En los cuatro predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre" las especies de caoba, cedro y la primavera son introducidos en la región (Apéndice 11), de las tres especies la primavera es la de mayor sobrevivencia, pero, fue la especie que menos se plantó en los predios; la caoba fue la segunda especie que más se plantó, que presentó valores mínimas de mortandad; el cedro fue la especie que más se plantó en los predios y que presentó mayor mortandad. Cabe mencionar que en el predio "Sin Nombre" nada más se plantaron dos especies caoba y macuil.

Sin embargo, el comportamiento del cedro a pesar de ser el de menor sobrevivencia de las tres especies en los predios "El Carnizuelo", "El Mango" y "El Pénjamo", se puede considerar que se están adaptando en la región, porque en algunos sitios las plantas tienen una altura de 14 m con diámetros hasta de 23 cm, donde están libres de plagas y enfermedades (Apéndice 12). La caoba presentó algunos daños por insolación y plagas y por el contrario la primavera fue la especie que no presentó ataques de plagas.

El cedro podemos considerarlo como una especie local introducida, que se define como una población de individuos que se han adaptado al ambiente específico en el cual se ha plantado.

Los pasos necesarios para el desarrollo de este tipo de especie consiste en plantar los árboles en el nuevo ambiente, dejando que la naturaleza los seleccione mediante selección natural de acuerdo con su adaptabilidad. El uso de especies locales introducidas puede ser la mejor y más fácil de obtener ganancias genéticas importantes en la dasonomía de especies exóticas (Zobel y Talbert, 1998).

Por otra parte, la procedencia original se adapta razonablemente bien al ambiente en el cual se planta. Esto se facilita considerando cuidadosamente las similitudes climáticas existentes entre el ambiente exótico y el ambiente donde se desarrolló la procedencia original (Zobel y Talbert, 1998).

El hormiguero y el macuil son especies locales o nativas de la región (Apéndice 13); generalmente en los cuatro predios el macuil es el tercero que presenta mayor sobrevivencia de las cinco especies, y con respecto al total de números de plantas que fueron plantadas de la especie la mortandad fue mínima y es mejor en comparación con el hormiguero que por causas desconocidas no se obtuvieron buenos resultados, por lo que no siguieron plantando esta especie en los predios, sin embargo, podemos encontrar dentro y fuera de las áreas plantadas esta especie en regeneración natural con buen desarrollo y crecimiento (Apéndice 14 y 15).

En las observaciones de campo, el cedro y la primavera en la exposición norte reciben las condiciones más favorables en sobrevivencia, vigor, diámetro y altura; en comparación en la exposición sur, el cedro no le es favorable debido a que presenta mayor mortandad y la primavera su desarrollo y crecimiento no es bueno. La caoba especie introducida y el macuil nativo de la

región, tiene buenos resultados de sobrevivencia en ambas exposiciones.

En el predio "El Carnizuelo" de las cuatro especies plantadas el cedro es el más alto con 47.31%, la caoba y el macuil tienen los mismos resultados 22.58% y la primavera con 7.53% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Carnizuelo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Muertos			Vivos			Total	
	No.	(%)	(%)	No.	(%)	(%)	No.	(%)
Caoba	0	0.00 [†]	(0.00) [‡]	21	22.58	(100.0)	21	22.58
Cedro	1	1.08	(2.27)	43	46.24	(97.73)	44	47.31
Macuil	0	0.00	(0.00)	21	22.58	(100.0)	21	22.58
Primavera	0	0.00	(0.00)	7	7.53	(100.0)	7	7.53
Total	1	1.08		92	98.92		93	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

El porcentaje total individual y general de especies vivas se observa en tres especies no hubo mortandad, las cuales son la caoba y el macuil que presentan el 100%, también la primavera presentó el 100% y el cedro con 97.75%.

El total de individuos muestreados de las especies con mortandad es de 1 individuo que representa el 1.08% y el 98.92% en sobrevivencia. El porcentaje de sobrevivencia es considerado de acuerdo con (PRONARE-SEMARNAT, 2000) excelente.

En este predio, las cuatro especies que fueron plantadas presentan excelente resultado de sobrevivencia, esto debido a que el predio es más atendido, porque se encuentra el vivero dentro del predio y por los arroyos permanentes que se encuentra dentro del predio, el cual favorece a que las plantas reciben más atención en riego, limpia, fumigación, poda y vigilancia continua, estas prácticas silviculturales han apoyado al desarrollo y crecimiento de las especies y su sobrevivencia (Centeno, 1999; Díaz y Rodríguez, 1999).

Para el predio "El Mango" también se plantaron cuatro especies, donde la caoba presenta el 55.07% después el macuil con 27.54%, el cedro con 13.04% y la primavera con 4.35% (Cuadro 8).

Cuadro 8. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Mango", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Muertos		Vivos		Total	
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	4	5.80 [†] (10.53) [‡]	34	49.28 (89.47)	38	55.07
a						
Cedro	6	8.70 (66.67)	3	4.35 (33.33)	9	13.04
Macuil	3	4.35 (15.79)	16	23.19 (84.21)	19	27.54
Primavera	1	1.45 (33.33)	2	2.90 (66.67)	3	4.35
Total	14	20.29	55	79.71	69	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

El porcentaje de individuos vivos más alto es de la caoba con 89.47%, siguiendo el macuil con 84.21%, el cedro 33.33% y la

primavera con 66.67%. El porcentaje de sobrevivencia en este predios es considerada excelente; a pesar de que es considerada la más baja de los demás predios, esto puede deber a que el suelo estuvo demasiado deteriorado por la agricultura y la mayor parte de la exposición del terreno está más hacia el sur (Apéndice 16), esto se debe que durante el día recibe más cantidad de radiación solar en comparación con la exposición norte, por lo tanto se refleja mayor mortandad.

En el predio "El Pénjamo" se plantaron las cinco especies ocupando el cedro con 46.53%, la caoba con 28.13%, el macuil con 18.06%, el hormiguero con 6.94% y la especie que menos se plantó fue la primavera con 0.35%. El porcentaje más alto de plantas vivas fue la primavera con 100%, la caoba con 96.30%, el macuil con 84.62%, el cedro con 73.88% y el hormiguero con 65%. El total de individuos vivos muestreados de las especies representan el 81.60%; lo cual, representa el porcentaje de sobrevivencia calificado como excelente para este predio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Pénjamo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Muertos			Vivos			Total	
	No.	(%)		No.	(%)		No.	(%)
Caoba	3	1.04 [†]	(3.70) [‡]	78	27.08	(96.30)	81	28.13
Cedro	35	12.15	(26.12)	99	34.38	(73.88)	134	46.53
Hormiguero	7	2.43	(35.00)	13	4.51	(65.00)	20	6.94
Macuil	8	2.78	(15.38)	44	15.28	(84.62)	52	18.06
Primavera	0	0.00	(00.00)	1	0.35	(100.0)	1	0.35
Total	53	18.40		235	81.60		288	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

‡ Porcentaje individual de las especies plantadas.

“El Pénjamo” es el predio más grande en superficie como es el lugar donde realizaron las primera plantaciones desde hace siete años, las especies que más sobresalen del predio son principalmente la primavera, caoba y el macuil presentan mortandad muy baja; y el cedro de acuerdo al calendario de actividades del programa de manejo en la actualidad están aplicando las primera podas a la especie, misma que está libre de plagas como el barrenador de yemas, el hormiguero como antes se mencionó que se desconocen las causas de los valores altos en mortandad.

Para el predio “Sin Nombre” se plantaron dos especies, donde la caoba constituye el 92.86% y el macuil con 7.14%. Ambas especies tuvieron el 100% de sobrevivencia que es calificado para este predio como excelente (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de plantas, porcentaje individual y general de sobrevivencia, mortandad y total de dos especies forestales tropicales plantadas en el predio “Sin Nombre”, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Muertos		Vivos		Total	
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	0	0.0 [†] (100.0) [‡]	26	92.86 (100.0)	26	92.86
Macuil	0	0.0 (100.0)	2	7.14 (100.0)	2	7.14
Total	0	0.0	28	100.0	28	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

4.2 Evaluación de la sanidad de la plantación

El porcentaje de individuos sanos el más alto es de la caoba con 88%, le sigue el macuil con 85%, la primavera con 82%, el cedro con 67% y el hormiguero 65% individual (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado sanitario y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en los predios “El Carnizuelo”, “El Mango”, “El Pénjamo” y “Sin Nombre”, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Agente causal										Total		Sanidad		Total	
	1 [†]	(%)	2	(%)	3	(%)	4	(%)	5	(%)	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	1	0.21 [†] (1) [‡]	7	1.46 (4)	7	1.46 (4)	3	0.63 (2)	2	0.42 (1)	20	4.19 (12)	146	30.54 (88)	166	34.73
Cedro	5	1.05 (3)	12	2.51 (6)	43	9.00 (23)	0	0.00 (0)	1	0.21 (1)	61	12.76 (33)	126	26.36 (67)	187	39.12
Hormiguero	0	0.00 (0)	0	0.00 (0)	7	1.46 (35)	0	0.00 (0)	0	0.00 (0)	7	1.46 (35)	13	2.72 (65)	20	4.18
Macuil	1	0.21 (1)	0	0.00 (0)	12	2.51 (13)	0	0.00 (0)	1	0.21 (1)	14	2.93 (15)	80	16.74 (85)	94	19.67
Primavera	1	0.21 (9)	0	0.00 (0)	1	0.21 (9)	0	0.00 (0)	0	0.00 (0)	2	0.42 (18)	9	1.88 (82)	11	2.30
Total	8	1.67	19	3.97	70	14.64	3	0.63	4	0.84	104	21.76	374	78.24	478	100

* Agente causal: 1 daños por hormigas, 2 daños por *Hypsiphylia grandella* Z., 3 daños por insolación, 4 mancha foliar y 5 daños en rebrote.

† Porcentaje general de las especies plantadas.

‡ Porcentaje individual de las especies plantadas.

El porcentaje de daños al rebrote (5) fue para la caoba, el cedro y el macuil de 1% y el hormiguero y la primavera no se presentó; la mancha foliar (4) se presentó solo en la caoba en un 2%; los daños por insolación (3) fue más alto el hormiguero con 35% individual, en el cedro con 23%, el macuil 13%, en la primavera 9% y la caoba fue el más bajo con 4%; los daños por *Hipsiphylia grandella* Z. (2) se presentaron en el cedro con 6% y en la caoba con 4% y daños por hormigas (1) se presentó en la primavera en un 9%, en el cedro con 3% para la caoba y el macuil se presentó el mismo porcentaje de 1% y en el hormiguero no presentó daños por este agente.

El porcentaje total presente de agente causal por especie, se presentó con mayor daño por la insolación con 14.64%, por *Hipsiphylia grandella* Z. con 3.97%, daños por hormigas con 1.67%, por daño en rebrotes con 0.84%, por mancha foliar con 0.63%; que en total representan el 21.76% en los cuatro predios.

El estado sanitario general de las plantaciones en los predios la caoba, el macuil y la primavera son los que menores daños presentan, el cedro es el más afectado por agentes dañinos. El principal agente que afectó severamente fue muerte insolación y por *Hipsiphylia grandella* Z. (Apéndice 17) principalmente los encontrados en la exposición sur y en la parte norte la afectación fue menor.

El cedro y la caoba únicas especies que fueron afectadas por el barrenador de yemas (*Hypsiphylia grandella* Z.), esta plaga se está combatiendo en la actualidad en plantas de 30 cm hasta los 4 m de altura; se fumiga en intervalos de 15 días durante el periodo de lluvias, época en que se presenta un gran desarrollo de la yema terminal, con un insecticida con el nombre de "Foley"

con una dosis de 200 ml por cada bomba de 72 lt de agua para 1 ha, por lo general, en los primeros dos años, si el ataque es menor se minimiza la aplicación del insecticida, con este insecticida se han tenido buenos resultados en la plantación.

Díaz (1999) y Marín, (1999) mencionan que el barrenador (*Hypsiphyla grandella* Z.) de las Meliáceas (caoba y cedro) quien al atacar el ápice o punta de las ramas provoca la bifurcación de los árboles y el consecuente retraso en el crecimiento y mal formación del árbol; de tal manera que se debe detectar el inicio de su ataque y combatirlo inmediatamente, ya que de lo contrario puede ocasionar importantes pérdidas en la plantación infectada.

Las plantas que se encontraron con rebrotes tanto en el cedro como en la caoba que fueron severamente afectados por el barrenador de yemas, los encargados de los predios les aplican un corte perpendicular para promover el rebrote o retoño lateral. Y la única especie que tenía mancha foliar fue la caoba; esta mancha de acuerdo con los encargados es debido a la insolación, en las épocas de lluvia las manchas se desaparecen, también el daño es menor al aplicarles riegos una vez por semana.

Los daños causados por las hormigas en las especies de caoba, cedro, macuil y primavera fue menor, el combate de estos entre otro fue el encalamiento de los fuste de las plantas y también ha disminuido los daños causados por insectos (Apéndice 18).

La preparación del producto para el encalamiento se realizó en un bote de 20 lt de agua aplicando 2 kg de "Cal", con una dosis muy baja de "Foley" posteriormente se agita para aplicarlo a las plantas, cuya fijación se acentúa combinándolo con jugo de nopal. El encalamiento es una técnica que se ha llegado a

utilizar también para disminuir los daños por efecto de la insolación, principalmente de los sujetos que están ubicados en la exposición SE, E y NE, durante los meses de enero a mayo, y que a la vez favorece a la sobrevivencia. Los principal agentes que causó más daños severos es las plantaciones en los cinco especies fue la insolación y daños por *Hypsiphyla grandella* Z.

El porcentaje con daños fueron dos únicas especies, el cedro con 22.73% y la caoba con 14.29%. Para la mancha foliar la única especie que presentó este problema fue la caoba; daños por insolación fue el cedro con un 2.3%, esta misma especie presentó daños por *Hypsiphyla grandella* Z. con 9.1% y daños por hormigas con 11.4% (Cuadro 12).

El porcentaje total de individuos por agente causal por especie fue más alto con el ataque de hormigas con 5.38%, los daños por *Hypsiphyla grandella* Z. con 4.30%, por mancha foliar con 3.23%, daño por insolación con 1.08%; representa en total 13.98% en el predio.

En el predio "El Mango" el porcentaje de individuos sanos fue la caoba y el macuil 84.21%; los que presentan resultados más bajos fue el cedro y la primavera con 33.33% (Cuadro 13).

En agente causal daño en rebrote la única especie que presentó el problema fue la caoba con 2.63%; el daño por insolación lo presentó el cedro con 66.67%, la primavera con 33.33%, el macuil con 15.79% y la caoba fue el más bajo con 10.53% individual; y el daños por hormigas la primavera presentó un 33.33% y la caoba el 2.63%.

Cuadro 12. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado sanitario y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio “El Carnizuelo”, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Agente causal								Total		Sanidad		Total							
	1*	(%)		2	(%)		3	(%)		No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)					
Caoba	0	0.00 [†]	(00.00) [‡]	0	0.00	(0.00)	0	0.00	(00.0)	3	3.23	(14.3)	3	3.23	(14.29)	18	19.35	(85.71)	21	22.58
Cedro	5	5.38	(11.40)	4	4.30	(9.10)	1	1.08	(2.30)	0	0.00	(00.0)	10	10.75	(22.73)	34	36.56	(77.27)	44	47.31
Macuil	0	0.00	(00.00)	0	0.00	(0.00)	0	0.00	(00.0)	0	0.00	(00.0)	0	0.00	(00.00)	21	22.58	(100.0)	21	22.58
Primavera	0	0.00	(00.00)	0	0.00	(0.00)	0	0.00	(00.0)	0	0.00	(00.0)	0	0.00	(00.00)	7	7.53	(100.0)	7	7.53
Total	5	5.38		4	4.30		1	1.08		3	3.23		13	13.98		80	86.02		93	100

* Agente causal: 1 daños por hormigas, 2 daños por *Hipsiphylla grandella* Z., 3 daño por insolación y 4 mancha foliar.

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

Cuadro 13. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado sanitario y total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio “El Mango”, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Agente causal						Total		Sanidad		Total	
	1*	(%)	3	(%)	5	(%)	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	1	1.45 [†]	4	5.80 (10.53)	1	1.45 (2.63) [‡]	6	8.69 (15.79)	32	46.38 (84.21)	38	55.07
Cedro	0	0.00 (00.00)	6	8.70 (66.67)	0	0.00 (0.00)	6	8.70 (66.67)	3	4.35 (33.33)	9	13.04
Macuil	0	0.00 (00.00)	3	4.35 (15.79)	0	0.00 (0.00)	3	4.35 (15.79)	16	23.19 (84.21)	19	27.54
Primavera	1	1.45 (33.33)	1	1.45 (33.33)	0	0.00 (0.00)	2	2.90 (66.67)	1	1.45 (33.33)	3	4.35
Total	2	2.90	14	20.29	1	1.45	17	24.64	52	75.36	69	100

* Agente causal: 1 daños por hormigas, 3 daños por insolación y 5 daños en rebrote.

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

El porcentaje total por agente causal el más alto fue daño por insolación con 20.29%, el daños por hormigas con 2.90%, y el daño en rebrote con 1.45%; el total de individuos afectados por agente causal representó el 24.64%. En este predio los daños más severos es el daño por insolación esto probablemente puede ser al tipo de suelo y la mayor parte del terreno está en la exposición norte.

El porcentaje total de plantas sanas fue para la primavera el 100%, la caoba con 86.42%, para el macuil 78.85%, para el cedro 66.42% y el más bajo de todos fue el hormiguero con 65%. El porcentaje de daño por especie fue el más alto para el hormiguero con 35%, el cedro 33.58%, el macuil con 21.15%, y menos afectada fue la caoba 13.58% y la primavera que no presentó daño (Cuadro 14).

El daño en rebrote, el macuil presentó el 1.92%, la caoba el 1.23% y en el cedro 0.75%; daño por insolación, el hormiguero con 35%, el cedro 26.87%, el macuil con 17.31% y el más bajos fue la caoba 3.70%; daños por *Hypsiphylia grandella* Z., las dos únicas especies dañadas fueron la caoba con 8.64% y el cedro con 5.97% y daños por hormiga, la única especie que presentó el problema fue el macuil con 1.92%. El porcentaje total de individuos dañados fue el más alto por insolación con 19.10%, daños por *Hypsiphylia grandella* Z. 5.21%, daños en rebrote 1.04% y daños por hormigas con 0.35%.

En este predio los individuos de especies sanas es el más bajo en comparación con los de más predios; sin embargo, se presenta el mayor daños en los individuos por insolación, también la caoba y el cedro en este predio fueron más atacado por barrenador de yemas.

Cuadro 14. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado sanitario y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio “El Pénjamo”, San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Agente causal								Total		Sanidad		Total	
	1*	(%)	2	(%)	3	(%)	5	(%)	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	0	0.00 [†] (0.00) [‡]	7	2.43(8.64)	3	1.04(3.70)	1	0.35(1.23)	11	3.82(13.58)	70	24.31(86.42)	81	28.13
Cedro	0	0.00(0.00)	8	2.78(5.97)	36	12.50(26.87)	1	0.35(0.75)	45	15.63(33.58)	89	30.90(66.42)	134	46.53
Hormiguero	0	0.00(0.00)	0	0.00(0.00)	7	2.43(35.00)	0	0.00(0.00)	7	2.43(35.00)	13	4.51(65.00)	20	6.94
Macuil	1	0.35(1.92)	0	0.00(0.00)	9	3.13(17.31)	1	0.35(1.92)	11	3.82(21.15)	41	14.24(78.85)	52	18.06
Primavera	0	0.00(0.00)	0	0.00(0.00)	0	0.00(00.00)	0	0.00(0.00)	0	0.00(00.00)	1	0.35(100.0)	1	0.35
Total	1	0.35	15	5.21	55	19.10	3	1.04	74	25.69	214	74.31	288	100

* Agente causal: 1 daños por hormigas, 2 daños por *Hipsiphylla grandella*, 3 daños por insolación y 5 daños en rebrote.

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

En el predio "Sin Nombre" se presenta el 100% de los individuos de las especies sin ningún daño; en este predio la plantación es la más reciente debido a que en el tiempo que se realizó el estudio la plantaciones tenía dos años de establecida, y es menor en superficie en comparación con los demás predios (Cuadro 15).

Cuadro 15. Número de plantas, porcentaje individual y general de estado sanitario y total de dos especies forestales tropicales plantadas en el predio "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Sanidad		Total	
	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	26	92.86 [†] (100) [‡]	26	92.86
Macuil	2	7.14 (100)	2	7.14
Total	28	100	28	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

4.3 Evaluación del vigor de la plantación

El mayor porcentaje de número de plantas vigorosos lo presentó la caoba con 95.78%, la primavera con 90.91%, el macuil con 88.30%, el cedro con 77.01% y el más bajo de todos fue el hormiguero con 65% (Cuadro 16).

El total de individuos no vigorosos en las plantas fue 14.44%. El resultado muestra que en las plantaciones en los predios llevan un labor de manejo silvicultural y protección.

Cuadro 16. Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cinco especies forestales tropicales plantadas, en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	No vigoroso		Vigoroso		Total	
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	7	1.46 [†] (4.22) [‡]	159	33.26 (95.78)	166	34.73
Cedro	43	9.00 (22.99)	144	30.13 (77.01)	187	39.12
Hormiguero	7	1.46 (35.00)	13	2.72 (65.00)	20	4.18
Macuil	11	2.30 (11.70)	83	17.36 (88.30)	94	19.67
Primavera	1	0.21 (9.09)	10	2.09 (90.91)	11	2.30
Total	69	14.44	409	85.56	478	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

En el predio "El Carnizuelo", la caoba, el macuil y la primavera presentaron un 100% de individuos vigorosos, esto quiere decir, que las tres especies no presentan problema en daños y solo el cedro presentó el 2.27% de plantas no vigorosas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor total de cuatro especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Carnizuelo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	No vigoroso		Vigoroso		Total	
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	0	0.00 [†] (0.00) [‡]	21	22.58 (100.0)	21	22.58
Cedro	1	1.08 (2.27)	43	46.24 (97.73)	44	47.31
Macuil	0	0.00 (0.00)	21	22.58 (100.0)	21	22.58
Primavera	0	0.00 (0.00)	7	7.53 (100.0)	7	7.53
Total	1	1.08	92	98.92	93	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

El total de individuos vigorosos en el predio representa el 98.92%.

En el predio "El Mango", el porcentaje del número de individuos vigorosos lo presentó la caoba con 89.47%, el macuil con 84.21%, la primavera con 66.67% y el cedro con 33.33%. El porcentaje del número de plantas vigorosas en el predio representó el 79.71% (Cuadro 18).

Cuadro 18. Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Mango", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	No vigoroso		Vigoroso		Total	
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Caoba	4	5.80 [†] (10.53) [‡]	34	49.28 (89.47)	38	55.07
a						
Cedro	6	8.70 (66.67)	3	4.35 (33.33)	9	13.04
Macuil	3	4.35 (15.79)	16	23.19 (84.21)	19	27.54
Primavera	1	1.45 (33.33)	2	2.90 (66.67)	3	4.35
Total	14	20.29	55	79.71	69	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

En el predio "El Pénjamo", el mayor porcentaje del número de plantas vigorosas lo presentó la primavera con 100%, la caoba con 96.30%, el macuil con 84.62%, el cedro con 73.88% y el más bajo fue el hormiguero con 65%. El porcentaje total de individuos vigorosos en el predio fue de 81.60% (Cuadro 19).

En este predio el hormiguero y el cedro son las únicas especies que presentan un alto porcentaje de individuos no vigoroso debido al ataque de plagas e insolación.

Cuadro 19. Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de cinco especies forestales tropicales plantadas en el predio "El Pénjamo", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	No vigoroso			Vigoroso			Total	
	No.	(%)	(%) [¶]	No.	(%)	(%)	No.	(%)
Caoba	3	1.04 [†]	(3.70) [¶]	78	27.08	(96.30)	81	28.13
Cedro	35	12.15	(26.12)	99	34.38	(73.88)	134	46.53
Hormiguero	7	2.43	(35.00)	13	4.51	(65.00)	20	6.94
Macuil	8	2.78	(15.38)	44	15.28	(84.62)	52	18.06
Primavera	0	0.00	(00.00)	1	0.35	(100.0)	1	0.35
Total	53	18.40		235	81.60		288	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[¶] Porcentaje individual de las especies plantadas.

En el predio "Sin Nombre" las plantas están vigorosas y no presenta problemas de ningún índole, debido que tiene dos años la plantación y el manejo y cuidado ayuda a tener este resultado (Cuadro 20).

Cuadro 20. Número de plantas, porcentaje individual y general de vigor y total de dos especies forestales tropicales plantadas en el predio "Sin Nombre", San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Evaluación realizada en enero de 2004.

Especies	Vigor			Total	
	No.	(%)	(%) [¶]	No.	(%)
Caoba	26	92.86 [†]	(100) [¶]	26	92.86
Macuil	2	7.14	(100)	2	7.14
Total	28	100		28	100

[†] Porcentaje general de las especies plantadas.

[‡] Porcentaje individual de las especies plantadas.

En general las plantaciones muestran un alto porcentaje de especies e individuos vigorosos, resultado del buen manejo en las plantaciones realizando actividades como cercado, vigilancia, riego, fumigación y prevención contra incendios forestales.

4.4 Situación socio-económica

Un aspecto importante a tomar en cuenta en las plantaciones forestales es la situación social económica de la población en donde se ubica el proyecto y al respecto la Agencia de San José Chacalapa y su municipio al cual pertenece.

La actividad económica principal en antaño fue la cafecultura que ha venido de más a menos, propiciando una gran emigración en los últimos años de la mano de obra hacia las grandes ciudades y hacia los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente de la población económicamente activa rural; una actividad que apoya en gran medida a mantener la generación de empleos es el sector relacionado al turismo, por lo tanto la agricultura y ganadería extensiva, a pesar de la poca productividad, se sigue presentando mediante la práctica de la roza-tumba-quema en la apertura de tierras para la agricultura y ganadería, con el apoyo de una política agropecuaria que continua fomentando actividades extensivas no sustentables, a través de incentivos y que cada año fomenta la deforestación.

Las plantaciones forestales en este municipio y en general en la Región Costa, son una alternativa sustentable, toda vez que

cubren aspectos de gran trascendencia para la humanidad como es el de mejorar el medio ambiente, por otra parte genera empleos y propicia arraigo y paz social y a la vez es una buena opción para hacer negocios (Morales, 2004).

4.5 Eficiencia del muestreo

En los cálculos realizada en el (Apéndice 7, 8 y 9) muestra que la estimación de la proporción de sobrevivencia fue de 0.87 (87%), con un error de estimación de 0.0594 (5.94%), es decir, que la sobrevivencia para toda la plantación se estima entre 0.8106 (81.06%) y 0.9294 (92.94%). El error de estimación no satisface la precisión requerida de 0.05 (5%) con una confiabilidad de 95%. Para satisfacer la precisión requerida se necesitan 69 sitios de muestreo, por lo tanto, es necesario evaluar 20 sitios adicionales.

La estimación de la proporción de árboles sanos fue de 0.941 (94.1%), con un error de estimación de 0.0326 (3.26%), es decir, que la sanidad para toda la plantación se estima entre 0.9084 (90.84%) y 0.9736 (97.36%). En este caso el error de estimación es de 0.0326 (3.26%) con una confiabilidad de 95%. Por lo tanto, el tamaño de muestra fue suficiente para estimar el estado sanitario de la plantación.

La estimación de la proporción de árboles vigorosos fue de 0.99 (99%), con un error de estimación de 0.0071 (0.71%), es decir, que el vigor para toda la plantación se estima entre 0.983 (98.3%) y 0.997 (99.7%). En este caso el error de estimación fue de 0.0071 (0.71%) con una confiabilidad de 95%; por lo tanto, el tamaño de muestra fue suficiente para estimar el vigor de la plantación.

V CONCLUSIONES

1. La caoba es la mejor de todas las especies introducidas y nativas de la región en sobrevivencia, y es la segunda especie que en proporción más se plantó en los cuatros predios. El cedro es la especie que más se plantó en tres predios, y es la segunda de las especies que presentó mayor mortandad. La primavera es la especie que menos se plantó en tres predios y es la segunda que presentó buenos resultados de sobrevivencia y el cuarto en mortandad.
2. El macuil y el hormiguero son nativos de la región. El macuil es el tercero de las especies que más se plantó, en sobrevivencia es el mejor de estos, el tercero de las especies que presentó menor mortandad; sin embargo el hormiguero por causas desconocidas no obtuvo buenos resultados, presentando los valores más bajos en sobrevivencia.
3. El porcentaje de sobrevivencia promedio en los predios "El Carnizuelo", "El Mango", "El Pénjamo" y "Sin Nombre", es considerada excelente con 85.77%, que es resultado de las reposiciones de plantas realizadas durante los siete años, así como del manejo silvícola que se le ha dado a la plantación.
4. En el predio "El Carnizuelo" el porcentaje promedio de la sobrevivencia fue de 98.92%; es el segundo con mayor porcentaje de sobrevivencia de los predios, resultado del riego, fumigación, limpia y vigilancia.

5. La sobrevivencia promedio en el predio "El Mango" fue de 79.71%; es el más bajo en sobrevivencia de los predios, es posible a que la mayor parte de la exposición del predio se encuentra al sur, por lo tanto los individuos reciben mayor cantidad de luz en el día y en épocas de sequía afecta a la sobrevivencia de los individuos.
6. En el predio "El Pénjamo", la sobrevivencia promedio fue 81.60%; es el más grande en superficie de los predios y el tercero en porcentaje de sobrevivencia, como resultado de la experiencia como primeras plantaciones y donde el hormiguero no presentó resultados favorables.
7. El predio "Sin Nombre" es el más pequeño en superficie de los predios y con 100% de sobrevivencia; como resultado de la introducción de la caoba, que ha dado buenos resultados de sobrevivencia en todos los predios y el macuil que como especie nativa está adaptada a los factores climáticos y edáficos de la región, así también el manejo y la vigilancia de la plantación.
8. El porcentaje promedio de daños de los cuatro predios fue de 21.76%; los daños que más afectaron a las plantaciones fueron por insolación y por plagas (*Hipsiphylia grandella* Z.) y los daños menores fueron por hormigas, presencia de mancha foliar, decoloración y/o muerte de rebrotes.
9. El mayor porcentaje de daños en las especies se presentó en el predio "El Pénjamo" con 25.69%, seguido por el predio "El Mango" con 24.64%, posteriormente el predio "El Carnizuelo" con 13.98% y el predio "Sin Nombre" sin ningún daño.

10. La caoba, el macuil y la primavera presentaron daños menores, en comparación del cedro, el cual fue el más atacado por los agentes dañinos. El cedro y la caoba únicas especies que fueron afectadas por el barrenador de yemas (*Hipsiphylla grandella* z.). La caoba fue única especie que presentó mancha foliar, provocada por la insolación. Los daños causado por hormigas fueron menores en las especies de caoba, hormiguero, macuil y primavera, siendo el cedro el más dañado.
11. El porcentaje de vigor de las plantaciones fue de 85.56%; donde el predio "Sin Nombre" presentó el 100%, seguido por el predio "El Carnizuelo" con 98.92%, el predio "El Pénjamo" con 81.60% y con el valor más bajo el predio "El Mango" con 79.71%.
12. La caoba, el macuil y la primavera son las especies más vigorosas en las plantaciones, seguidas por el cedro, y el hormiguero fue la especie con menor individuos vigorosos.
13. En la eficiencia del muestreo, la sobrevivencia fue de 0.87 (87%), con un error estimación de 0.0594 (5.94%), el cual no satisface la precisión requerida de 0.05 (5%) con una confiabilidad de 95%; por lo que se requiere 20 sitios adicionales.
14. Tanto para la estimación de árboles sanos que fue de 0.941 (94.1%), con un error de estimación de 0.0326 (3.26%) y para la estimación de árboles vigorosos que fue de 0.99 (99%) con un error de estimación de 0.0071 (0.71%) y una confiabilidad de 95%, el tamaño de muestra requerido en ambas variables fue suficiente.

VI RECOMENDACIONES

1. Para el control y manejo de la fuente de semilla es importante tener los datos necesarios del sitio de origen de colecta.
2. En la reposición de plantas, es necesario llevar un control de individuos por especies y observar las principales causas de muerte de los individuos.
3. Hacer una zonificación de las plantaciones por fecha de plantación, por calidad de individuo y especie, por el tipo de suelo y exposición del terreno y por edades; y poder revisar sus efectos en diferentes condiciones.
4. Es necesario capacitar, entrenar el personal y tener herramientas y equipos necesarios para la siembra, manejo de la plantación, control de plagas y enfermedades e incendios forestales, tener precaución en el manejo de funguicida y revisar la normatividad de ellas; con el propósito de evitar que ocurran accidentes.
5. Es necesario realizar estudios de suelo y fertilización de las especies, con el propósito de aumentar productividad en las plantaciones.

6. Es importante continuar con el mantenimiento, las vías de accesos principalmente para proporcionar riego, limpiar brechas corta-fuegos, agregar anuncios alusivos a la protección en los lugares de las plantaciones.

VIII APÉNDICE

Apéndice 1. Vista panorámica de los predios antes de la plantación en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca (Fotografías tomadas por Juan Morales Hernández, 1995).



Apéndice 2. Vista panorámica del vivero forestal en el predio "El Carnizuelo" (Fotografías tomadas por Juan Morales Hernández, 1999).



Apéndice 3. Densidad de plantas por hectáreas, espaciamiento entre plantas y carriles (Fotografías tomadas por Juan Morales Hernández, 2000).



Apéndice 4. Formato de campo y procedimiento de llenado utilizado en el levantamiento de los sitios de muestreo en las plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Predio	Línea	Sitio	No. de árb.	Especie	Edad (años)	Sobrevivencia	Altura tot. (m)	Diám. a 30 cm	Diám. a 1.30 cm	Long. de copa (m)	Diám. de copa (m)	Vi-gor	Estado sanit.	Agente causal	Exp. topog.	Pend. (%)

Nota: No. de árb.: Número de árboles. Altura tot. (m): Altura total (m). Diám. a 30 cm: Diámetro a 30 cm. Diám. a 1.30 cm: Diámetro a 1.30 cm. Long. de copa (m): Longitud de copa (m). Diám. de copa (m): Diámetro de copa (m). Estado sanit.: Estado sanitario. Expo. topog.: Exposición topográfica. Pend. (%): Pendiente (%).

En el llenado de formato se crearon códigos para agilizar más rápido el trabajo, las variables que fueron evaluados y codificados en los sitios en las plantaciones son:

Predios. Se codificaron de la siguiente manera:

Predios	Códigos
"El Carnizuelo"	1
"El Mango"	2
"El Pénjamo"	3
"Sin Nombre"	4

Línea, sitios y número de árbol. Las líneas y los sitios fueron enumerados del 1 al n números de líneas y de sitios en cada predio, de la misma forma el número de árboles fueron enumerados del 1 al n números de árboles por sitio dentro de cada predio.

Especie. Se refiere a la especie o especies que se evaluaron en el sitio de muestreo.

Especies	Códigos
Caoba	1
Cedro	2
Hormiguero	3
Macuil	4
Primavera	5

Edad. No se aplicó ningún método para conocer la edad, el técnico encargado de la plantación nos dio información de edad de las plantas conforme la época de la plantación de los predios.

Sobrevivencia. La evaluación de las plantas vivas y muertas. En el caso de las plantas que no tenían hojas en la época que se hizo la evaluación, el color fue usado como una medida subjetiva de sobrevivencia, en general refleja el vigor de las plantas.

Plantas	Códigos
Vivos	1
Muertos	0

Altura. La altura total de las plantas se midió desde la base hasta el ápice. Se codificó en metros con aproximaciones al centímetro.

Diámetro. Se tomaron dos mediciones a una altura de 0.30 y 1.30 m, las plantas menores a 1.30 m nada más se le tomó la primera medición, los datos tomados se registraron en metros aproximados con un solo dígito a centímetros en los formatos.

Longitud de la copa. La medición de la copa se tomó de donde empiezan las primeras ramas y hojas de las plantas hasta la punta de la yema pical. Las medidas fueron en metros con aproximación a centímetros a dos dígitos.

Diámetro de la copa. Se tomaron dos mediciones y la variable se define con el promedio de los dos diámetros evaluados; con medidas en metros con aproximación a centímetros.

Vigor. Para la clasificación de la vigorosidad se tomó en cuenta la altura y volumen, color de la copa, y el tallo.

Plantas	Códigos
Vigoroso	1
No vigoroso	0

Estado sanitario. Se refiere al estado fitosanitario de las plantas que se evaluaron.

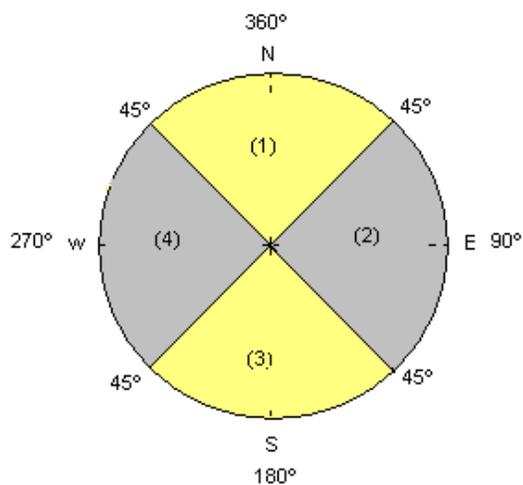
Plantas	Códigos
Sanos	1
Plagados y/o enfermo	0

Agente causal. Para los diferentes agentes dañinos en la plantación.

Agentes	Códigos
Daño por hormigas	1
Daño por plagas	2
Daño por insolación	3
Mancha foliar	4
Rebrotos	5

Exposición topográfica. Se clasificó de la siguiente manera:

Exposición	Códigos
NE 0° - 45° NW 0° - 45°	1
NE 46° - 90° SE 90° - 45°	2
SE 0° - 45° SW 0° - 45°	3
SW 46° - 90° NW 46° - 90°	4



Pendiente. Se tomó en por ciento con una Pistola Haga.

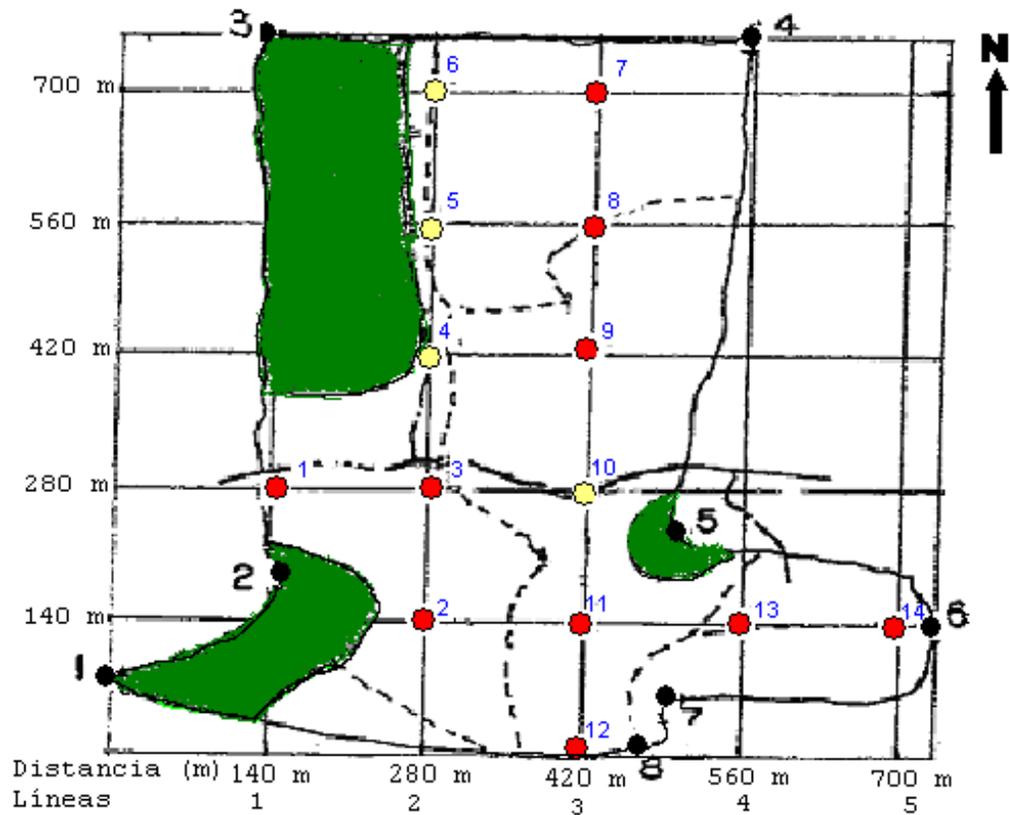
Apéndice 5. Materiales y equipos utilizados en el levantamiento de los sitios la plantación en San José Chacalapa, Pochutla Oaxaca.

- a. Una brújula Silva
- b. Un clinómetro Sunnto
- c. Una pistola Haga

- d. Dos cintas diamétricas Jackson
- e. Un altímetro Thommen
- f. Una cuerda compensada de 50 m
- g. Dos cuerdas compensada de 6 m
- h. Plano de los predios
- i. Cámara fotográfica digital
- j. Una vara de 3 m de altura
- k. Dos machetes
- l. Formato de campo y lápiz
- m. Tabla de apoyo

Apéndice 6. Plano de los predios "El Carnizuelo", "El Mango" y "Sin Nombre", donde se presenta la distribución de sitios en cuadrícula, se muestra el número y distancia entre líneas, y el número correspondiente del sitio.

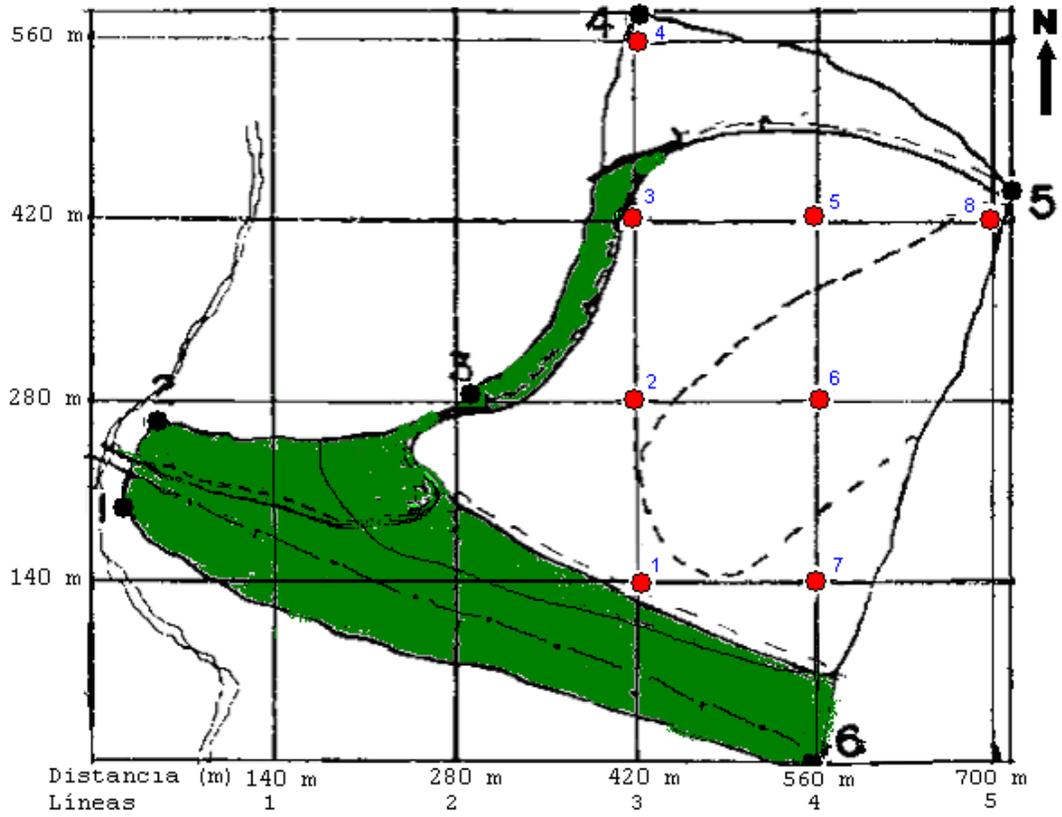
Predio "El Carnizuelo"



Simbología

- Sitios
- Zonas de conservación
- Zona no plantada
- Puntos de referencia
- Caminos
- .-.- Arroyos permanentes

Predio "El Mango"



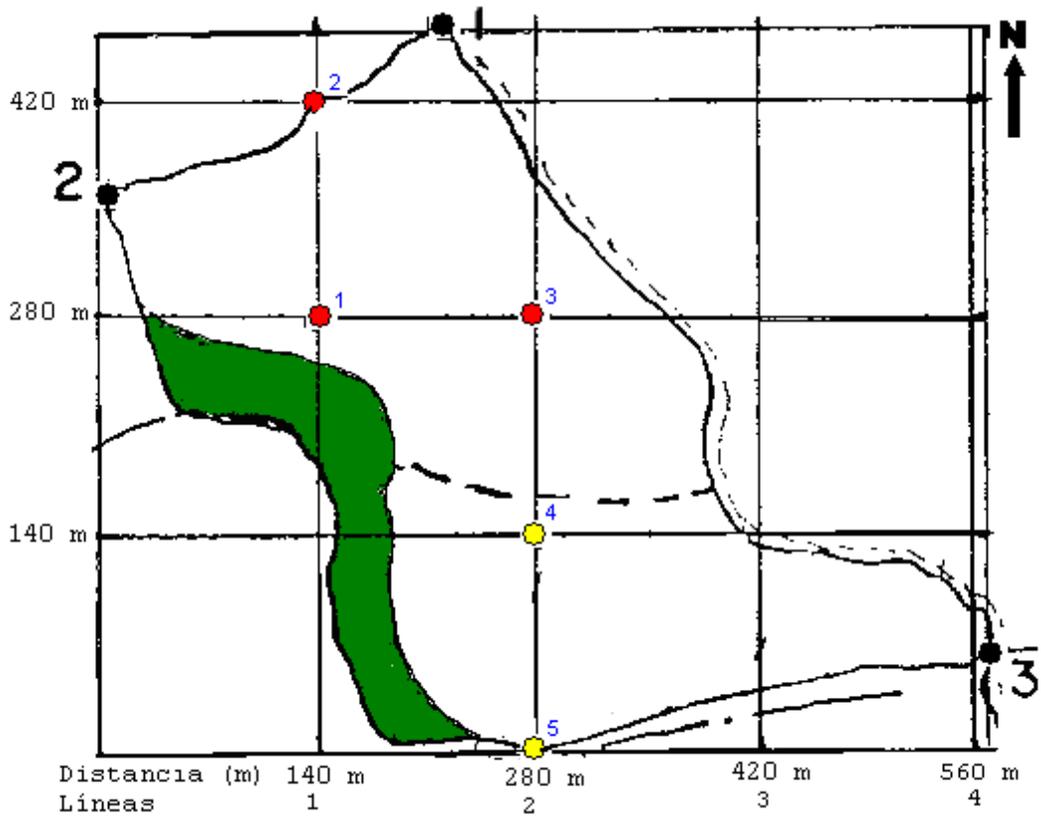
Simbología



Sitios
Zonas de
conservación
Puntos de
referencia

Caminos
 Arroyos permanentes
 Río

Predio "Sin Nombre"



Simbología

-  Sitios
-  Zonas de conservación
-  Zona no plantada
-  1 Puntos de referencia
-  Caminos
-  Río

Nota: el plano del predio “El Pénjamo”, en la fecha que se realizó el trabajo estaba en construcción; por lo que, se levantaron los sitio con rumbos bien definidos y a distancia iguales de 140 m x 140 m.

Apéndice 7. Cálculo de estimación de la evaluación del estado de sobrevivencia de las plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

En los cálculos de sobrevivencia, estado fitosanitario y vigor de las plantaciones, los sitios 17, 18 y 20 del predio “El Pénjamo” se excluyeron de los cálculos, debido a que en estos sitios se encontraron especies de hormiguero (*Cordia alliodora*) (Ruiz & Pav.) Oken., zona donde en la actualidad no han replantado.

Proporción estimada de sobrevivencia:

$$p = \frac{391}{451} = 0.87$$

Cálculo de la varianza estimada de p :

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 - 2p \sum_{i=1}^n a_i m_i + p^2 \sum_{i=1}^n m_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = 3339 - (2)(0.87)(3651) + (0.87)^2 (4215) = 176.594$$

$$\bar{m} = \frac{451}{49} = 9.2$$

La varianza estimada de p es:

$$v(p) = \left(\frac{8935.8 - 49}{(8935.8)(49)(9.2)^2} \right) \left[\frac{176.594}{48} \right] = 0.0008822$$

El límite para el error de estimación es:

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2\sqrt{0.0008822} = 0.0594$$

Estos resultados indican que la estimación de la proporción de sobrevivencia es de 0.87 (87%), con un error de estimación de 0.0594 (5.94%), es decir, que la sobrevivencia para toda la plantación se estima entre 0.8106 (81.06%) y 0.9294 (92.94%).

El error de estimación no satisface la precisión requerida, ya que ésta es de 0.05 (5%) con una confiabilidad de 95%. Este resultado no es sorprendente ya que el número de parcelas es reducido, solamente 49. Para satisfacer la precisión requerida es necesario hacer un muestreo de parcelas adicionales; enseguida se expone el cálculo el número de parcelas que es necesario evaluar en total, para satisfacer esa precisión.

El tamaño de muestra está dado por:

$$S_c^2 = 3.679$$

$$D = \frac{(0.05)^2(9.2)^2}{4} = 0.0529$$

$$n = \frac{(8935.8)(3.679)}{(8935.8)(0.0529) + (3.679)} = 69.01 \approx 69$$

El tamaño de muestra que aproximadamente satisfará la precisión requerida es de 69 sitios de muestreo, habiendo ya evaluado 49, es necesario evaluar otros 20 sitios adicionales.

Apéndice 8. Cálculo de estimación de la evaluación del estado fitosanitario de las plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Estimador de la proporción de sanidad:

$$p = \frac{368}{391} = 0.941$$

Cálculo de la varianza estimada de p :

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 - 2p \sum_{i=1}^n a_i m_i + p^2 \sum_{i=1}^n m_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = 2974 - (2)(0.941)(3130) + (0.941)^2(3339) = 39.96$$

$$\bar{m} = \frac{391}{49} = 7.98$$

La varianza estimada de p es:

$$v(p) = \left(\frac{8935.8 - 49}{(8935.8)(49)(7.98)^2} \right) \left[\frac{39.96}{48} \right] = 0.000265$$

El límite para el error de estimación es:

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2\sqrt{0.000265} = 0.0326$$

Éste resultado indica que la estimación de la proporción de árboles sanos es de 0.941 (94.1%), con un error de estimación de 0.0326 (3.26%), es decir, que la sanidad para toda la plantación se estima entre 0.9084 (90.84%) y 0.9736 (97.36%). En éste caso el error de estimación es de 0.0326 (3.26%) con una confiabilidad de 95%. Por lo tanto, el tamaño de muestra es suficiente para estimar el estado sanitario de la plantación.

Apéndice 9. Cálculo de vigor de las plantaciones en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.

Proporción estimada del vigor:

$$p = \frac{390}{392} = 0.99$$

Cálculo de la varianza estimada de p :

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 - 2p \sum_{i=1}^n a_i m_i + p^2 \sum_{i=1}^n m_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = 3316 - (2)(0.99)(3335) + (0.99)^2 (3356) = 1.9156$$

$$\bar{m} = \frac{392}{49} = 8.0$$

La varianza estimada de p es:

$$v(p) = \left(\frac{8935.8 - 49}{(8935.8)(49)(8)^2} \right) \left[\frac{1.9156}{48} \right] = 0.0000126$$

El límite para el error de estimación es:

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2\sqrt{0.0000126} = 0.0071$$

El resultado indica que la estimación de la proporción de árboles vigorosos es de 0.99 (99%), con un error de estimación de 0.0071 (0.71%), es decir, que la vigorosidad para toda la plantación se estima entre 0.983 (98.3%) y 0.997 (99.7%). En este caso el error de estimación es de 0.0071 (0.71%) con una confiabilidad de 95%. Por lo tanto, el tamaño de muestra es suficiente para estimar el vigor de la plantación.

Apéndice 10. Algunas medidas de prevención en las plantaciones en san José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. A) Cercado y B) Brecha contra incendios forestales (Fotografías digitales tomadas por Celestino Flores López, 2004).





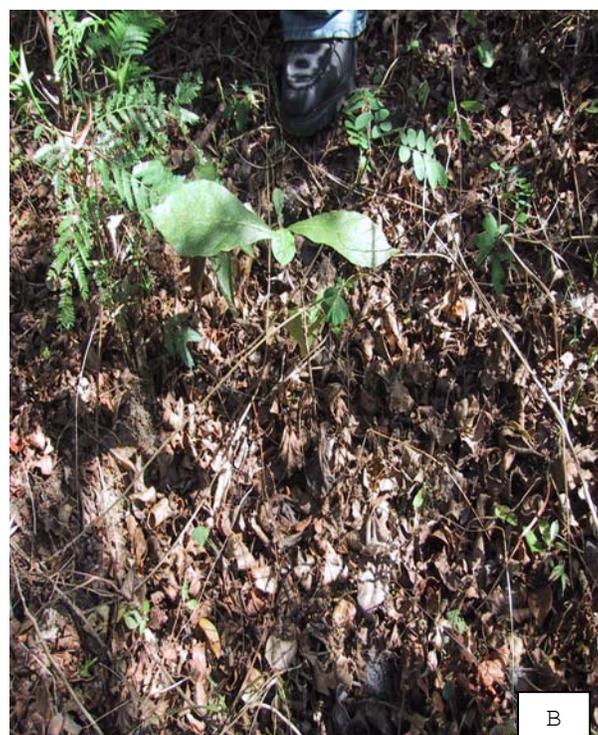
Apéndice 11. Especies introducidas en las plantaciones en san José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. A) Caoba (*Swietenia macrophylla*) King, B) Primavera (*Tabebuia donell-smithii*) Rose y C) Cedro (*Cedrela odorata*) L. (Fotografías digitales tomadas por Celestino Flores López, 2004).



Apéndice 12. Cedro (*Cedrela odorata*) L. con altura de 14 m y diámetro de 23 cm, a 30 cm del suelo (A), cedro libre de plagas y enfermedades (B) (Fotografías digitales tomadas por Celestino Flores López, 2004).



Apéndice 13. Especies nativas de la región en san José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. A) Macuil (*Tabebuia rosea*) (Bertol.) DC. y B) Hormiguero (*Cordia alliodora*) (Ruiz & Pav.) Oken (Fotografías digitales tomadas por Celestino Flores López, 2004).



Apéndice 14 y 15. El hormiguero (*Cordia alliodora*) (Ruiz & Pav.) Oken en regeneración natural con buen desarrollo y crecimiento (A); e individuo plantado (B) (Fotografías digitales tomadas por Celestino Flores López, 2004).



Apéndice 16. Sitios del predio “El Mango” con exposición sur.

Sitio	Pendiente	Exposición topográfica
1	38	SE 38°
2	15	NW 60°
3	25	N 5°
4	38	S 10°
5	10	SE 85°
6	28	S 40°
7	36	SW 79°
8	40	NE 65°

Apéndice 17 y 18. Daños por plaga barrenador de yema (*Hypsiphylia grandella* Z.) al cedro, y corte transversal de la planta para su retoño (A); forma de encalamiento a las plantas (B) (Fotografías digitales tomadas por Celestino Flores López, 2004).



VII LITERATURA CITADA

- Acevedo H., A., M. Kanninen, E. Korhonen. 1994. La Sabana: Experiencia de 20 años de un plantación forestal comercial. Evaluación de proyectos de plantaciones forestales en La Sabana, Oaxaca. In: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 23.
- Alatorre R., R. 1978. Evaluación de plantaciones. In: Memoria de resúmenes de I reunión nacional de plantaciones forestales. Dirección general de investigación y capacitación forestal. SARH. Publ. Esp. No. 13. México. pp. 335-337.
- Álvarez, M. 1999. Caracterización de frutos y semillas de *Cedrela odorata* L., *Tabebuia rosea*, *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica*. In: II simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Santo Domingo, República Dominicana. CATIE/PROSEFOR/DFSC. Turrialba, Costa Rica. p. 145.
- Arteaga M., B. 1994. Necesidades técnicas del sector para favorecer el establecimiento de plantaciones forestales. In: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p.10.
- Astorga, L. E. 1994. Plantaciones forestales comerciales en comunidades campesinas: posibilidades y limitaciones. In: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 48.
- Bello L., A. y J. Cibrián T. 2000. Evaluación técnica de la reforestación 1998. In: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.
- Betancourt B., A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 382 p.
- Centeno E., L. R. 1999. La poda de plantaciones forestales. 500 tecnologías llave en mano. División forestal. SAGAR-INIFAP. México. p. 99.

CONAFOR-SEMARNAT. 2003. Manual para la verificación de la propuesta técnica forestal y ambiental de los beneficiarios del PRODEPLAN (aspectos técnicos). Gerencia de desarrollo de plantaciones forestales comerciales. México. p.26.

Díaz M., E. 1999. Control de *Hypsiphyla grandella* Z. en plantaciones de meliáceas (cedro y caoba). 500 tecnologías llave en mano. División forestal. SAGAR-INIFAP. México. p. 77.

Díaz M., E. y A. Rodríguez y P. 1999. Manejo de plantaciones de cedro rojo (*Cedrela odorata*). 500 tecnologías llave en mano. División forestal. SAGAR-INIFAP. México. p. 79.

Domínguez D., M. y J. Jasso M. 1999. Evaluación del crecimiento de plantas de caoba (*Swietenia macrophylla* K.) bajo diferentes intensidades de sombra. In: IV congreso mexicano sobre los recursos forestales. SOMEREF0-ISIMA. Durango, Dgo., México. p. 20.

Escarpita H., A 1992. Establecimiento de plantaciones forestales. In: Memoria del simposio sobre reforestación comercial. Chihuahua, Chih. Compilado y editado por: Villa S., A. B. Publ. Esp. No. 65. INIFAP. México. pp. 73-79.

Fierros G., A. M. y V. Sosa C. 2000. Las plantaciones forestales comerciales en México: El programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLA). In: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.

García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Instituto de geografía. UNAM. México. 246 p.

González V., H. y M. A. Soberanes G. 1994. Ponderosa industrial: 25 años de investigación y desarrollo forestal. In: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 24.

Hernández M., H. 2000. Las plantaciones forestales comerciales en México: El programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLA). In: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.

INEGI. 1985. Carta uso de suelo y vegetación. Puerto Escondido. D14-3. Esc. 1:250,000. México.

INEGI. 1988a. Carta geológica. Puerto Escondido. D14-3. Esc. 1:250,000. México.

INEGI. 1988b. Carta hidrológicas de aguas superficiales. Puerto Escondido. D14-3. Esc. 1:250,000. México.

INEGI. 1995. San Pedro Pochutla, estado de Oaxaca. Cuaderno estadístico municipal. México. 125 p.

INEGI. 1996. Carta topográfica. Puerto Escondido. D14-3. Esc. 1:250,000. México.

Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura mexicana. México, D.F. 1220 p.

Marín Q., M. 1999. Barrenador del tronco del cedro rojo. 500 tecnologías llave en mano. División forestal. SAGAR-INIFAP. México. p. 76.

Moguel S., E. 1992. Plantaciones inducidas para fines industriales: perspectiva de la posibilidad de su realización en función del régimen de propiedad rural. *In*: Memoria del simposio sobre reforestación comercial. Chihuahua, Chih. Compilado y editado por: Villa S., A. B. Publ. Esp. No. 65. INIFAP. México. pp. 55-69.

Montes R., G., S. Solís G. y M. Quintos E. 2000. Evaluación de los pinos (*Pinus engelmannii*) inoculados con *Rhizopogon vinicolor* después de 12 meses. *In*: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.

Morales H., J. 1997. Programa de manejo forestal de las plantaciones forestales en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Agrosilvícola San José S. P. R. de R. I. Pochutla, Oaxaca. 32 p.

Morales H., J. 2004. Propuestas al premio al merito ecológico forestal. Agrosilvícola San José S. P. R. de R. I. Pochutla, Oaxaca. P. s/n.

Moreno G., D. A. 2000. "Parcela cero" un método para evaluar las plantaciones forestales. *In*: I congreso nacional de

reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.

Navarro M., J., A. Vela L., J. Muñiz E., F. Ibarra S. y D. Ayerde L. 2000. Establecimiento y manejo de plantaciones bajo sistemas agroforestales en el estado de Guerrero. *In*: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.

Negrete L., F. y G. Barragán P. de L. 1922. El arropado plástico de suelos a dos años de establecida una plantación comercial de *Pinus*. *In*: memoria del simposio sobre reforestación comercial. Chihuahua, Chih. Compilado y editado por: Villa S., A. B. Publ. Esp. No. 65. INIFAP. México. p. 157.

Ortega San V., J. 1978. Evaluación de plantaciones forestales. *In*: Memoria de resúmenes de I reunión nacional de plantaciones forestales. Dirección general de investigación y capacitación forestal. SARH. Publ. Esp. No. 13. México. pp. 321-330.

Patiño V., F. 1994. Algunas experiencias de investigación y desarrollo de tecnologías para plantaciones forestales. *In*: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 10.

Pennington, T. D. y J., Sarukhán. 1998. Árboles tropicales de México. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de cultura económica. México, D.F. 509 p.

PRONARE-SEMARNAT.2000. Metodología para la evaluación técnica de la reforestación. Manuales técnicos PRONARE. México. 97 p.

Prieto R., J. A. y J. C. Hernández D. 1992. Perspectiva de las plantaciones forestales comerciales en el estado de Durango. *In*: Memoria del simposio sobre reforestación comercial. Chihuahua, Chih. Compilado y editado por: Villa S., A. B. Publ. Esp. No. 65. INIFAP. México. pp. 288-291.

Ramírez M., H. 1978. Evaluación de supervivencia. *In*: Memoria de resúmenes de I reunión nacional de plantaciones forestales. Dirección general de investigación y capacitación forestal. SARH. Publ. Esp. No. 13. México. pp. 329 - 331.

Rivera L., R. 1999. Establecimiento de plantaciones comerciales de cedro rojo en la Península de Yucatán. 500 tecnologías

llave en mano. División forestal. SAGAR-INIFAP. México. p. 94.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 p.

Sáenz R., J. T., G. Chávez L., J. García M. y J. Anguiano C. 2000. Realización de áreas potenciales para plantaciones forestales en la región oriente de Michoacán. *In*: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT-PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. p. s/n.

Sánchez M., A. 1999. Semillas de calidad de *Swietenia macrophylla* King (Caoba). 500 tecnologías llave en mano. División forestal. SAGAR-INIFAP. México. p. 106.

SEMARNAP. 2000. Producción forestal e incentivos para el bosque natural y plantaciones comerciales. Resultados 1995-2000. Compilado y editado por: Martínez T., J. A. Tlalpan, D.F. México. p. 125.

SEMARNAT-CONAFOR. 2002. Programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN). Documento divulgativo. Zapopan, Jalisco. México. 19 p.

Soberón M., J. 1994. La biodiversidad de México. *In*: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 46.

Sosa C., V. C. 1992. Política nacional de fomento a las plantaciones forestales industriales. *In*: Memoria del simposio sobre reforestación comercial. Chihuahua, Chih. Compilado y editado por: Villa S., A. B. Publ. Esp. No. 65. INIFAP. México. p. 11.

Tarsy C., F. Macías, F. Díaz F., M. Carballas y J. A. Fernández U. 1990. Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. FAO-UNESCO, ISRIC: Informes sobre recursos mundiales de suelos 60. Roma, Italia. 138 p.

Torres R., J. M. y O. S. Magaña T. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Balderas 95, México, D.F. 451 p.

Villarreal C., R. 1992a. La importancia de un banco de germoplasma en las plantaciones forestales comerciales. *In*: Memoria del simposio sobre reforestación comercial.

Chihuahua, Chih. Compilado y editado por: Villa S., A. B.
Publ. Esp. No. 65. INIFAP. México. pp. 81-83.

Villareal C., R. 1992b. Establecimiento de plantaciones forestales. *In*: Memoria del simposio sobre reforestación comercial en México. INIFAP. ANCF, A. C. AMPF A. C. México, D.F. p. 81.

Villarreal C., R. 1994. Obtención y manejo de germoplasma forestal para la producción de planta. *In*: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales. Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 6.

Zobel, B. y J. Talbert. 1998. Técnica de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa. México. 545 p.