

2002 A - 2005 B

398335706

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN  
EXPERIMENTAL DE 1992 AL 2005 DE *Cedrela odorata*,  
*Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum*  
y *Tabebuia rosea* EN LA COSTA DE JALISCO**

## **TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

**OLIVIA DISTANCIA CARBAJAL**

Las Agujas, Zapopan, Jal. diciembre de 2008

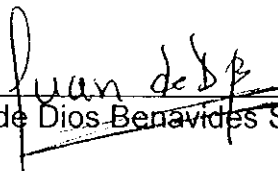
Dr. Fco. Martín Huerta Martínez.  
 Presidente del Comité de Titulación.  
 Licenciatura en Biología.  
 CUCBA.  
 Presente


Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad TESIS E INFORMES, opción TESIS con el título: "EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN EXPERIMENTAL DE 1992 AL 2005 DE *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* EN LA COSTA DE JALISCO" que realizó el/la pasante OLIVIA DISTANCIA CARBAJAL con número de código 398335706 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

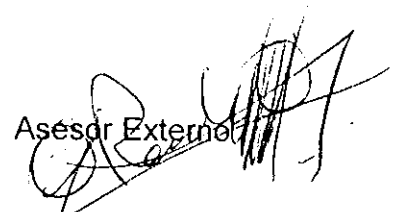
Guadalajara, Jalisco 28 de noviembre de 2008  
 Atentamente

Director de Tesis

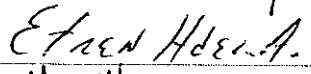
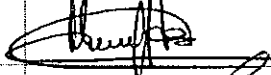
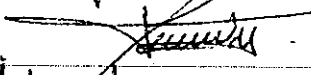

  
 Dr. Juan de Dios Benavides Solorio

Asesor Interno  


Dr. Agustín Garregos Rodríguez

Asesor Externo  


Dr. Agustín Rueda Sánchez

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Dr. Efrén Hernández Álvarez		12/12/08
M.C. Gregorio Nieves Hernández		12/12/08
Dr. Fco. Martín Huerta Martínez		12/12/08
Supl. Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas		11 de dic. 2008

## **Agradecimientos**

Como creyente, quiero primeramente agradecer a Dios, quien con su luz divina me ha dado la vida, y a la vez la libertad de escoger el camino que deseo seguir en mi paso por la tierra.

Agradezco a mi Director de Tesis el Dr. Juan de Dios Benavides Solorio, quien me dio la oportunidad de ingresar al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP). Agradezco también, por su apoyo y consejos durante el desarrollo de esta tesis. Por dejarme tomar las decisiones que me parecían adecuadas, es decir, permitirme equivocarme algunas veces, porque sabe que uno aprende más de sus errores y sobre todo por formar parte de mi formación académica y profesional.

Agradezco de forma muy especial, a mis Asesores, el Dr. Agustín Gallegos Rodríguez y el M.C. Agustín Rueda Sánchez, por su asesoría en la elaboración de este trabajo. También agradezco al Comité de Sinodales, por sus sabias observaciones e indicaciones conformado por: El Dr. Huerta Martínez Francisco Javier, El M.C Hernández Álvarez Efrén, El M.C. Nieves Hernández Gregorio y La M.C. Reynoso Dueñas Jesús Jacqueline.

No puedo dejar de expresar mi agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por su gran apoyo económico a través del proyecto de inventarios forestales.

Al Sitio Experimental "Costa de Jalisco", perteneciente al (INIFAP) por la oportunidad de realizar, esta evaluación Así mismo agradezco a los ingenieros José Martín Corona Mata y René Forte Cisneros por su valiosa ayuda en la toma de datos de campo en el sitio experimental la Huerta Jalisco.

Agradezco, al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Licenciatura.

También agradezco a todos mis maestros del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, por haberme brindado los conocimientos durante mi estancia en este centro, los cuales fueron y serán muy valiosos para mí y mi superación tanto personal como laboral. A si mismo quiero agradecer al MC. Jesús Hernández Alonso†. El cual impulso a cada uno de sus alumnos a tener una visión de superación, esto para ser mejores ciudadanos y servidores de nuestro país.

## **Dedicatorias**

A mis padres Aureliano Distancia Barragán y Rosa Inés Carbajal Tovar, por su apoyo incondicional, durante esta tesis que no es más que la continuación, del amor, la amistad, la motivación de la lucha por mis sueños, que supieron inculcar en mi, desde el comienzo de mi vida. A mi hermana cuyo amor fraternal siento que crece cada día. A mi familia entera por sus buenos deseos.

A mis tíos, Julia y Martín Distancia Barragán por sus valiosos consejos y su interés en que yo emprendiera este camino de superación.

De igual manera, agradezco a mis amigos José de Jesús López Orozco y Samuel Esteban Cordero, a mis compañeros de la licenciatura en Biología, José Luis Paz Robles y Ana María Gaspar Peralta. Al mismo tiempo quiero agradecer a mis compañeros de trabajo Deyanira Rodríguez Ortiz, Indelisa Benavides Castro, Carlos Raúl Zamora Pérez, Antonio Ávila Rojo y Moisés Valtierra González, quienes gentilmente me aceptaron y compartieron su apoyo, sugerencias y conocimientos, para una mejor elaboración de este trabajo.

En fin, a todos los que de alguna manera me ayudaron a realizar este trabajo y a crecer como persona, MIL GRACIAS!!!

## CONTENIDO

	Página
CONTENIDO.....	<i>i</i>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	<i>iv</i>
ÍNDICE DE CUADROS.....	<i>vi</i>
RESUMEN.....	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1. Plantación forestal.....	5
4.2. Tipos de plantaciones forestales.....	5
4.2.1 Plantaciones maderables.....	5
4.2.2 Plantaciones no maderables.....	6
4.3. Plantaciones forestales por su objetivo.....	7
4.3.1. Plantaciones comerciales.....	7
4.3.2. Plantaciones de restauración.....	7
4.3.3. Plantaciones de interés fáustico.....	7
4.3.4. Plantaciones experimentales (Investigación).....	8
4.4. Importancia de las plantaciones forestales.....	9
4.4.1. Plantaciones económicas.....	9
4.4.2. Plantaciones sociales.....	10
4.4.3. Plantaciones políticas.....	10
4.4.4. Plantaciones ecológicas.....	10
4.5. Factores ambientales que influyen en las plantaciones forestales...	10
4.6. Evaluación de una plantación forestal.....	11
4.6.1. Planeación de la evaluación.....	11
4.6.2. Tipos de evaluaciones.....	12
4.7. Evaluación de plantaciones forestales.....	13
4.8. Descripción botánica de las especies en estudio.....	17
4.8.1. <i>Swietenia macrophylla</i> .....	17
4.8.2. <i>Cedrela odorata</i> .....	19
4.8.3. <i>Enterolobium cyclocarpum</i> .....	23
4.8.4. <i>Tabebuia rosea</i> .....	26
4.9. Fertilización.....	28
4.9.1. Tipos de Fertilizantes.....	28

V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1. Ubicación del área de estudio.....	30
5.2. Antecedentes de la plantación.....	31
5.2.1. Diseño experimental.....	31
5.2.2. Aplicación de riego.....	33
5.2.3. Aplicación de fertilizante.....	33
5.2.4 Labores culturales y de replante.....	34
5.2.5. Control de plagas.....	35
5.3. Toma de datos de campo.....	35
5.3.1. Evaluación de sobrevivencia.....	36
5.3.2. Medición de diámetros.....	36
5.3.3. Medición de alturas.....	37
5.3.4. Medición de copas.....	38
5.3.5. Daños mecánicos (ubicación y grado).....	38
5.3.6. Estado Fitosanitario.....	38
5.3.7. Vigor del arbolado.....	39
5.3.8. Captura de la información.....	39
5.3.9. Análisis y procesamiento de datos de campo.....	39
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
7.1. Sobrevivencia por especies.....	41
7.1.1. Sobrevivencia por tratamiento y especie.....	44
7.2. Diámetro entre especies.....	47
7.2.1. Diámetro por tratamiento y especie.....	49
7.3. Alturas por especies.....	53
7.3.1. Alturas por tratamiento y especie.....	56
7.4. Área de copa por especies.....	59
7.4.1. Área de copa por tratamiento y especie.....	61
7.5. Vigor por especies.....	64
7.5.1. Vigor por tratamiento y especie.....	66
7.6. Estado fitosanitario por especie.....	67
VIII. CONCLUSIONES.....	69
IX. RECOMENDACIONES.....	73
X. LITERATURA CONSULTADA.....	74
XI. GLOSARIO.....	79

XII. ANEXOS.....	81
12.1. Descripción de los síntomas provocados en la planta por la insuficiencia o exceso de elementos nutritivos (Penningsfeld et al., 1966; Bossard, 1960; citado por Claude, 1997).....	81
12.2. Claves para la toma de datos dasométricos e inventario de arbolado en la plantaciones forestales la Huerta Jalisco .....	82
12.3. Evaluación de alturas, diámetros y sobrevivencias sobre la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , en tres diferentes países...	83
12.4. Análisis de varianza de diámetro del modelo general para las especies <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Tabebuia rosea</i> .....	84
12.5. Análisis de varianza de diámetro del modelo general para los tratamientos de riego y fertilización en la especie <i>Tabebuia rosea</i> .....	85
12.6. Análisis de varianza de altura del modelo general para las especies <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Tabebuia rosea</i> .....	87
12.7. Análisis de varianza de altura del modelo general para los tratamientos de riego y fertilización en la especie <i>Tabebuia rosea</i> .....	88
12.8. Análisis de varianza de área de copa del modelo general para las especies <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Tabebuia rosea</i> .....	90
12.9. Análisis de varianza de área de copa del modelo general para los tratamientos de riego y fertilización en la especie <i>Tabebuia rosea</i> .....	91



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> ): rama con inflorescencia y fruto (cápsula) Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	18
2 Mapa de distribución en México de la especie <i>Swietenia macrophylla</i> Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	18
3 Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ): rama con inflorescencia y cápsula Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	21
4 Mapa de distribución en México de la especie <i>Cedrela odorata</i> Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	21
5 Parota ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ): rama con hoja, inflorescencia, flor y vaina. Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	24
6 Mapa de distribución en México de la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	24
7 Rosa morada ( <i>Tabebuia rosea</i> ): rama con hoja, inflorescencia, flor y vaina. Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	27
8 Mapa de distribución en México de la especie <i>Tabebuia rosea</i> citado por Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).....	27
9 Mapa de ubicación del Sitio Experimental la Huerta, Jalisco.....	30
10 Croquis de distribución de las especies y de los tratamientos en la plantación en el Sitio Experimental la Huerta Jalisco.....	33
11 Daño causado por ataque de <i>Hypsiphylia grandella</i> en las especies <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> . (Fotografía tomada de INIFAP, Tecnología No. 7 El Cedro, Establecimiento y Manejo en la Huasteca Potosina.).....	35
12 Porcentaje promedio de sobrevivencia de las especies de la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.....	43
13 Comparación de la sobrevivencia de <i>Tabebuia rosea</i> en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	44
14 Comparación de la sobrevivencia de <i>Swietenia macrophylla</i> en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	45
15 Comparación de la sobrevivencia de <i>Enterolobium cyclocarpum</i> en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	45
16 Comparación de la sobrevivencia de <i>Cedrela odorata</i> en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	46
17 Diámetro normal entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
18	Diámetro normal para la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	49
19	Diámetro normal para la especie <i>Tabebuia rosea</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	50
20	Diámetro normal para la especie <i>Cedrela odorata</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	51
21	Diámetro normal para la especie <i>Swietenia macrophylla</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	52
22	Altura entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.....	53
23	Altura para la especie <i>Tabebuia rosea</i> dentro de los seis tratamientos de riego los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	56
24	Altura para la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	57
25	Altura para la especie <i>Swietenia macrophylla</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	57
26	Altura para la especie <i>Cedrela odorata</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	58
27	Área de copa entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.....	60
28	Área de copa para la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	61
29	Área de copa para la especie <i>Tabebuia rosea</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	62
30	Área de copa para la especie <i>Swietenia macrophylla</i> dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.....	63
31	Comparación de vigores entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.....	65
32	Estado fitosanitario entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.....	67

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Resultados de sobrevivencia, altura diámetro, área de copa, vigor del arbolado, y estado fitosanitario para las especies <i>Cedrela odora</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> (Forte, 2005).....	13
2	Resultados de sobrevivencia, altura diámetro, vigor del arbolado, y estado fitosanitario para las especies <i>Cedrela odora</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> (Corona, 2004).....	14
3	Resultados de sobrevivencia, altura diámetro, área de copa, vigor del arbolado, y estado fitosanitario para las especies <i>Cedrela odora</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Tabebuia rosea</i> (Benavidez, 2007).	15
4	Resultados de sobrevivencia, altura diámetro y área de copa para la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Bertoni, 1980,citado por Francis 1988, Geary 1970, citado por Francis 1988 y Bauer 1982).	16

## RESUMEN

Este trabajo se realizó en el Sitio Experimental "Costa de Jalisco" del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en los límites de los municipios de La Huerta y Casimiro Castillo en el estado de Jalisco. El objetivo fue evaluar a la sobrevivencia, el crecimiento en altura, diámetro y área de copa, así como determinar la sanidad y el vigor del arbolado *Cedrela odorata* (Cedro rojo), *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Enterolobium cyclocarpum* (Parota) y *Tabebuia rosea* (Rosa morada), bajo condiciones de riego y sin el, tres niveles de fertilización. La plantación se estableció en el año 1992, en un área de 1.8 ha. Se empleo un diseño de plantación marco real, de cuatro por cuatro metros, con una distribución de bloques al azar en parcelas subdivididas. La edad con la que contaba la planta al momento de su establecimiento fue de 8 a 10 meses, con alturas aproximadas de 30 cm para cada individuo. La plantación se conformo por 288 individuos de cada especie, sumando un total de 1,152 árboles. Se manejaron dos condiciones de riego clasificadas como: (R0) sin riego y (R1) con riego, y tres niveles de fertilización: (F0) sin fertilización o testigo, (F1) fertilización 15-15-15 y (F2) fertilización 80-40-40 de N, P, K. En estas condiciones de riego y fertilización, los 1,152 individuos, se dividieron en seis parcelas con sus respectivos tratamientos (R0-F0, R0-F1, R0-F2, y R1-F0, R1-F1, R1-F2), y estas a su vez se dividieron en tres subparcelas haciendo un total de 18 parcelas. Cada una está conformada por 64 árboles, lo cual hace un total de 16 árboles por especie y tres repeticiones por tratamiento. La medición y toma de datos de campo se efectuó en al año 2005. Los resultados muestran que *Tabebuia rosea* un promedio de 96.9% en sobrevivencia, el diámetro fue de 22.3 cm y la altura de 12.8 m. *Swietenia macrophylla* presentó un sobrevivencia del 86.2%, un diámetro promedio de 11.3 cm y altura de 5.8 m. La especie *Enterolobium cyclocarpum* presentó una sobrevivencia de 79.5%, sin embargo presentó mejor desarrollo en diámetro con 35.5 cm, la altura fue de 11.6 m. *Cedrela odorata*, fue la especie que presento el porcentaje más bajo de sobrevivencia con tan solo el 30.5%, en cuanto al diámetro obtuvo 12.9 cm y en la altura solamente 5.6 m. La influencia del riego y fertilización no significativas en todos los casos para el crecimiento en diámetro, altura y área de copa, si hubo diferencias en algunos tratamientos, lo cual no permite concluir que el riego y fertilización fueron determinantes en el crecimiento en esta plantación.

## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques y áreas forestales en México ocupan 141,745,169 hectáreas, que corresponden al 72.05% de la superficie total del país; 30,433,893 ha corresponden a bosques, 26,440,061 ha a selvas, alrededor de 58 millones de hectáreas son vegetación de zonas áridas, 4 millones de vegetación hidrófila y halófila y 22,235,474 son áreas perturbadas, es decir, terrenos de aptitud preferentemente forestal en los que la vegetación ha sido destruida por desmontes, incendios o pastoreos excesivos, y que en algunos casos, por las malas condiciones de manejo del terreno, estas se encuentra en vías de recuperación conformando comunidades vegetales secundarias (SARH 1994).

México está incluido dentro de los principales países que se caracterizan por la riqueza en sus ecosistemas (bosques, selvas, zonas áridas vegetación hidrófila y halófila). Se estima que en México anualmente se deforestan 785,000 ha, equivalente al 2% de la cubierta boscosa (Cruz, 2004). Lo anterior significa que cada minuto desaparece una superficie boscosa del tamaño de dos canchas de fútbol. Según la FAO, esta es la quinta tasa de deforestación más grave del planeta (Greenpeace, 2004). La situación en México es preocupante ante la acelerada y dramática desaparición de sus selvas y bosques. Lo que ha traído consigo otras consecuencias como disminución de recursos maderables, erosión, compactación, ensalitramiento de suelos, abatimiento de mantos freáticos, disminución del hábitat de flora y fauna silvestre entre otras (Serrano, 2002).

Las principales causas de deforestación han sido los desmontes agropecuarios con un 82%, la tala ilegal en 8%, incendios un 4%, plagas y enfermedades en 3%, cambios autorizados el 2%, y otros el 1% como (limpieza de terrenos para la construcción en zonas de alta plusvalía, superficie deforestada, la presión demográfica acompañada de una colonización no planeada, fenómenos naturales como los huracanes etc.) (SEMARNAT, 2002).

Actualmente el gobierno federal, en conjunto con el gobierno estatal ha tomado cartas en el asunto, al destinar apoyo económico a instituciones como la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) que se encargan de coadyuvar a propietarios de terrenos agropecuarios para que realicen plantaciones de

forestales comerciales o de conservación, a través de los programas PRODEPLAN (Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales) y PRODEFOR (Programa de Desarrollo Forestal). Los cuales han contribuido a este incremento a través de la aplicación de subsidios que apoyan el establecimiento y manejo de dichas plantaciones, ofreciendo alternativas productivas, a los pobladores de las regiones donde se localizan estas superficies potenciales (Colegio de Posgraduados, 2006).

Las plantaciones forestales comerciales son una buena opción para enfrentar diversos problemas del sector forestal en el aspecto productivo, ambiental y social. Estas incrementan el abastecimiento de materias primas para la industria, la cobertura forestal, reducen la erosión, obtienen mayor captación de agua y carbono, incrementan los ingresos, mejoran el nivel de vida de los productores y promueven el crecimiento del comercio con otros países (UANL, 2004).

En el país no se cuenta con la información básica o paquetes tecnológicos que sirvan como base, para el establecimiento de plantaciones forestales de especies tropicales, por ello, se plantea realizar este trabajo, con el propósito de generar información técnica y científica, sobre el comportamiento, adaptación y crecimiento de las especies tropicales como *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* que sirvan como fundamento técnico para el establecimiento de plantaciones forestales a futuro. Y con esto evitar en lo posible el fracaso de las plantaciones por la mala aplicación de los conocimientos técnicos que se tienen acerca de la ecología, fisiología de las plantas y del suelo, entre otras (Daniel, 1996).

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar la sobrevivencia, el crecimiento en la altura, diámetro y área de copa, así como determinar la sanidad y el vigor de las especies: *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* en dos condiciones de riego y tres niveles de fertilización en la plantación establecida, en el Sitio Experimental Costa de Jalisco perteneciente al INIFAP ubicado en la Huerta Jalisco.

### 2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento en altura, diámetro y área de copa de las especies *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* en las parcelas de riego y fertilización.
- Cuantificar los daños mecánicos, físicos, de plagas y enfermedades del área de fuste, ramas y follaje, de cada una de las especies en la plantación.
- Conocer el porcentaje del arbolado exuberante, normal y raquítico, de acuerdo a los datos tomados en campo, clasificándolos por grupos y relacionándolos con el crecimiento de las especies

### III. HIPÓTESIS

Existen diferencias significativas entre los tratamientos de riego y fertilización, así como dentro de cada una de las especies, en cuanto al diámetro, altura, sobrevivencia, área de copa y estado fitosanitario.



## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Plantación forestal**

Una plantación forestal es el establecimiento de especies forestales maderables con fines ecológicos y sociales que generan bosques artificiales, uniformes o una masa forestal homogénea (Torres y Magaña, 2001).

### **4.2 Tipos de plantaciones forestales**

Las plantaciones forestales pueden significar una ayuda potencial para impulsar el desarrollo en una región o país, y así la producción puede estar encaminada a satisfacer la demanda interna de productos forestales, así mismo, la utilización de tierras ociosas, con poco o nulo valor agrícola y la creación de empleos. Las plantaciones juegan un papel importante en los trópicos, para la producción de la madera que se requerirá en el futuro, y pueden además ser catalizadoras de la presiones que actualmente se ejercen en las selvas y bosques tropicales, permitiendo que las comunidades naturales puedan ser utilizadas como reserva para la protección y propagación de los recursos genéticos disponibles (Patiño, 1994).

Por su parte (Séve, 2001), menciona que las plantaciones forestales constituyen una inversión, no son un negocio sencillo, al contrario, se incurre en costos importantes, que se requiere una cantidad significativa de conocimiento específico y comprende varios factores de riesgo. Adicionalmente, como los beneficios no se obtienen durante varios años la mayoría de los agentes económicos exigirán ciertas condiciones antes de embarcarse en este tipo de inversión.

#### **4.2.1 Plantaciones maderables**

Estas plantaciones nos proporcionan productos maderables, los cuales se obtienen de plantas arbóreas que se encuentran en diferentes clasificaciones. Contreras et al., 2005, menciona que las plantas maderables se dividen en gimnospermas (coníferas, abetos, etc.), monocotiledóneas (gramíneas y palmas) y angiospermas (latifoliadas), las cuales son muy diversas, pero que tienen ciertas características comunes, fundamentalmente que son plantas vasculares, perennes y capaces de desarrollar un crecimiento secundario, es decir, añadir

nuevas capas de crecimiento a las formadas previamente, denominados anillos de crecimiento del tronco, rama o raíz.

Las plantas maderables pueden incluirse en tres grupos: árboles (planta leñosa de cinco o más metros de altura), arbusto (planta leñosa de menos de 5 metros de altura sin un tronco predominante que se ramifica cerca de la base), y lianas leñosas (plantas que tienden a elevar su ramaje por encima de la sombra de los árboles, y se fijan a soportes por medio de la producción de zarcillos, ganchos, espinas o por crecimiento envolvente, hasta alcanzar la copa de los árboles (Contreras et al., 2005).

#### **4.2.2 Plantaciones no maderables**

Respecto al aprovechamiento de los recursos no maderables en el estado de Jalisco, actualmente se está dando, un proceso de regulación para fortalecer su desarrollo, e incrementar la producción con respecto al uso tradicional. En el cual muchos pobladores han utilizado los recursos no maderables con carácter de subsistencia. El aprovechamiento de los productos no maderables durante 2007, está representado por el orégano (*Lippia spp*) con 695 toneladas; maguay (*Agave spp*) con 12,291 toneladas; candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*) con 30 toneladas, lechuguilla (*Agave lechuguilla*) 236 toneladas y semilla de pino por 746 kilogramos, para hacer un total de 13,244 toneladas de productos no maderables (Semarnat, 2007). Otros de los productos forestales, no maderables son: pimienta, resinas, resina de pino, goma de chilte, tierra de monte, palma real, heno, frutos, nueces, látex, hule, follaje, flores, cortezas, semillas, aceites esenciales, sustancias farmacológicas o medicinales, entre otros (Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, 1998).

La preparación de sitio y la fertilización son de vital importancia para el establecimiento de plantaciones tropicales, el fósforo es uno de los nutrientes que a menudo falta en los suelos tropicales y en los suelos de zonas templadas, con frecuencia es necesario hacer aplicaciones de fósforo con el fin de obtener un crecimiento aceptable (Ladrach, 1980).

Los suelos tropicales varían mucho de sitio a sitio, ya que pueden presentarse como pobres o fértiles. En los sitios bajos y húmedos se necesita

hacer drenajes y camellones para quitar el exceso de agua y aumentar el volumen de suelo drenado disponible, para que las raíces tengan un buen crecimiento. En los sitios que no son inundables se ha visto que los camellones son muy efectivos para incitar el crecimiento temprano de los árboles, el subsolado también es muy efectivo para incrementar el crecimiento en los sitios en que los suelos han estado sujetos durante años a la compactación causada por la ganadería o que tienen una capa de suelo duro (Ladrach, 1992).

### **4.3 Plantaciones forestales por su objetivo**

#### **4.3.1 Plantaciones comerciales**

Están cobrando gran importancia y comienzan a ser vistas por industriales en todo el mundo, como la mejor manera de garantizar el abasto de madera a nivel mundial, tanto en términos económicos como ambientales (Ignacio et al., 1996).

Muchos países han sido beneficiarios en diversos aspectos como la generación de empleos, la recuperación de suelos degradados, liberación de presión sobre los bosques naturales, así como la preservación de flora y fauna silvestre a través del establecimiento de estas plantaciones comerciales (Ignacio et al., 1996).

#### **4.3.2 Plantaciones de restauración**

Estas plantaciones tienen el propósito de recuperar un bosque parecido al original, con las mismas especies y con características semejantes. Utilizan las mismas especies arbóreas que crecían en el sitio antes de que el bosque fuese degradado. Pero si el área está muy erosionada y tiene pendiente, pueden utilizarse las especies que colonicen el sitio o especies exóticas, aunque procedan de otras regiones, y también se pueden utilizar obras necesarias para controlar la erosión y escorrentías entre otras (Rodríguez, 2007).

#### **4.3.3 Plantaciones de interés fáustico**

Las plantaciones de interés fáustico son de vital importancia, propician un estilo de desarrollo diferente el cual permite aportar soluciones a los conflictos

generados por el uso de tierra, y, a la vez, lograr minimizar el deterioro ecológico, la pérdida de flora y fauna silvestre representando un alto valor importante para el recurso natural de la región (Lara, 1999). Así mismo, Torres y Magaña, 2001 refieren que las plantaciones forestales son importantes porque con estas se pueden obtener datos para el muestreo de poblaciones de animales silvestres, en donde los principales parámetros de interés en el muestreo son: el tamaño de la población, la tasa de natalidad, la tasa de migración, la tasa de mortalidad y la tasa de migración.

Los factores destructivos de la flora y fauna silvestre se dividen en dos grandes grupos: **los naturales**, como el cambio climático, los incendios naturales y las erupciones volcánicas y **los culturales**, que influyen en el hábitat, la urbanización, la industrialización, la cacería furtiva, la captura para la comercialización, las obras de ingeniería civil, el azolve y drenado de lagos y cauces de agua, el pastoreo intensivo, y desordenado, el alto nivel de la población y una legislación inadecuada entre otros (Batllori, 2001).

Por tal motivo, se han establecido áreas naturales protegidas que contienen importantes valores paisajísticos, históricos, culturales las cuales ayudan a proteger, cuidar y conservar las áreas ecológicas, y, mantener la diversidad biológica (Lara, 1999).

#### **4.3.4 Plantaciones experimentales (investigación)**

La investigación experimental, se caracteriza porque, en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como un mecanismo o técnica para probar sus hipótesis (Bernal, 2006).

El investigador es un observador meticuloso y sistemático que obtiene información del objeto de estudio mediante encuestas, entrevistas, documentos, análisis de vestigios etc., que luego procesa e interpreta y redacta en un informe (Bernal, 2006). En los cuadros (1,2,3 y 4) muestran algunos ejemplos de plantaciones forestales experimentales.

## 4.4 Importancia de las plantaciones forestales

### 4.4.1 Plantaciones económicas

Las plantaciones forestales generan un valor económico a nivel empresarial, regional y nacional, y éstas propician la integración de procesos de producción de materia prima, de industrialización y comercialización de los productos. En México las plantaciones son indispensables para reforzar la actividad forestal, además requieren inversiones relativamente grandes, sin embargo, los proyectos bien planificados no tienen riesgos graves, económicos ni ecológicos (Ignacio et al., 1996).

**Plantaciones forestales desde, el punto de vista económico se dividen en tres:**

**Costo inicial y de establecimiento:** representan un gasto grande que se puede considerar como una inversión, se empieza con estudios preliminares antes de efectuar la plantación. No todas las personas o empresas tienen los medios para poder establecer una plantación por lo que cuesta económicamente y todo el desgaste físico que ocasiona (Daniel, 1996).

**Costo de mantenimiento:** requieren trabajos de mantenimiento, pues una plantación joven no se puede abandonar a su suerte por los múltiples fenómenos que le pueden afectar, ya sean gastos para prevenir enfermedades, plagas, riegos, limpiezas de maleza, etc. hasta que la plantación cumpla los cinco años o más, se le considera como establecida (Daniel, 1996).

#### **Costo de aprovechamiento**

**Costo de aprovechamiento:** corresponde ser aprovechado al máximo y esto también depende de las especies, si son de lento o rápido crecimiento, tomando en consideración el criterio y la necesidad de las personas que aprovechan los recursos, del uso que se le va a dar al producto, en base a estos criterios, se establecen los llamados turnos, estos se dividen en ciclos de cortas, para poder aprovechar al cien por ciento el producto forestal, no queda descartada la posibilidad de efectuar gastos a este nivel, ya que en poblaciones susceptibles, puede brotar alguna plaga o enfermedad, lo cual implicaría gastos extras para el productor (Daniel, 1996).

#### **4.4.2 Plantaciones sociales**

Proporcionan productos y servicios ambientales que son de gran ayuda para la población rural como: frutos, leña, postes, forraje, rehabilitación en lugares degradados, cortinas protectoras de vientos, entre otras (Wormald, 1995).

#### **4.4.3 Plantaciones políticas**

Las inversiones en las plantaciones forestales se realizan en países con diferentes desarrollos económicos y con diferentes sistemas sociopolíticos. La experiencia en las plantaciones forestales a través de todo el mundo, ha mostrado, que cuanto más abierto sea el mercado, mejor definido estará el derecho de propiedad y más estable, sea el contexto de las políticas mejor será la oportunidad para inversiones en plantaciones forestales (Séve, 2001).

#### **4.4.4 Plantaciones ecológicas**

Estas plantaciones desprovistas de vegetación estas son capaces de contrarrestar los efectos del escurrimiento superficial, a veces con mucha fuerza por efecto de la gravedad. Tratan de conservar y/o restaurar el microclima, micro y macroorganismos de un sitio. Por muy amplio que pueda estar un ecosistema, es muy sensible y frágil, por esto debe cuidarse y tratar de mantener las cadenas alimenticias intactas, ya que al romper algún eslabón, de la cadena trófica se altera todo el ecosistema. Y todo esto conlleva a la destrucción o desaparición de ecosistemas enteros (Daniel, 1996).

#### **4.5 Factores ambientales que influyen en las plantaciones forestales**

Los principales factores que influyen en el crecimiento de una plantación son los procesos internos como los fotosintéticos, la respiración, la absorción de agua y minerales, los cuales son indispensables para el buen desarrollo de la planta; dichos procesos están regulados por los factores externos como el clima, suelo, agua, topografía, entre otros (Hernández *et al.*, 1994).

**Clima:** es un factor climático relacionado con la atmósfera, incluye radiación, temperatura, humedad, viento, iluminación, precipitación pluvial y contenido de dióxido de carbono del aire (Hernández *et al.*, 1994).

**Suelo:** debe tener características especiales, debe presentar buen drenaje (el agua no se debe retener en la superficie del suelo), contar con suficiente profundidad para el desarrollo de las raíces, la textura que debe presentar el suelo, debe ser franca (manejable, viable, buen grado de porosidad) y ser rico en materia orgánica (Hernández *et al.*, 1994).

**Topografía:** tiene importantes efectos locales sobre, la exposición, el viento, la profundidad y humedad del suelo (Hernández *et al.*, 1994).

**El agua:** es el elemento indispensable para la subsistencia de todo ser vivo, en especial en las plantas porque tienen la acción de mantener la función celular transportando nutrientes, además de ser un solvente universal, disuelve los minerales existentes en el área de la plantación (Hernández *et al.*, 1994).

#### **4.6 Evaluación de una plantación forestal**

La evaluación consiste en la aplicación de técnicas para recopilar información de variables del arbolado y realizar análisis de los datos obtenidos, para posteriormente elaborar un plan de acciones para llevar una mejor administración de la plantación (Torres y Magaña, 2001).

##### **4.6.1 Planeación de la evaluación**

Esta etapa es de vital importancia, su propósito es definir la planeación con herramientas básicas y dinámicas que ayudan a determinar los elementos y componentes, los cuales pueden variar en algunas evaluaciones dependiendo los objetivos, factores de tiempo y recursos disponibles que lo conforman. Los principales componentes que llevan a cabo la planeación son, objetivos, acopio de información disponible acerca del área estudiada, recursos financieros disponibles, forma y tamaño de las parcelas de muestreo, recursos humanos disponibles, apoyo logístico, formatos y registros de captura, evaluación de campo, diseño de muestreo, captura y validación de la información, análisis de información y presentación de resultados, planeación de las mediciones de campo, costos de materiales y equipo, costos del personal entre otras (Torres y Magaña, 2001).

#### 4.6.2 Tipos de evaluaciones

**Evaluación de sobrevivencia** su objetivo principal de la plantación es el asegurar el establecimiento adecuado de los brinzales, esto frecuentemente se denomina sobrevivencia y ésta se evalúa de diversas formas. Una sobrevivencia adecuada depende del objetivo, para el cual se estableció la plantación, las condiciones de establecimiento tales como la calidad de las plantas, el sistema de plantación, método de la plantación y condiciones ambientales, es importante que la evaluación se relacione con los objetivos y factores que la determinan. Para realizar una evaluación se requieren el registro del número de árboles vivos y muertos (Torres y Magaña, 2001).

**Evaluación de crecimiento** se refiere al cambio (aumento) de tamaño de una población o individuo, por lo general es en biomasa, o en cualquier variable de interés en un intervalo de tiempo. También se define su dinámica de desarrollo, así como su probable rendimiento a una edad o fecha determinada, con esto es posible identificar estrategias de manejo para optimizar las tasas de crecimiento que satisfagan los objetivos de evaluación de la plantación, (Torres y Magaña, 2001). En el cuadro (1) se muestran algunos ejemplos de evaluación de plantaciones forestales que involucran el crecimiento como variable principal.



#### 4.7 Evaluación de plantaciones forestales

En México, se han realizado plantaciones forestales. Con la finalidad de evaluar los crecimientos, sobrevivencia, alturas, diámetros, el vigor y el estado fitosanitario, de las mismas. Estas plantaciones fueron de especies tropicales como: *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea*.

**Cuadro 1.** Resultados de sobrevivencia, altura diámetro, área de copa, vigor del arbolado, y estado fitosanitario para las especies *Cedrela odora*, *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia rosea* (Forte, 2005).

Cita Bibliográfica	Especie	Sobrevivencia	Altura	Diámetro	Área de copa	Vigor del arbolado	Estado Fitosanitario
Evaluación Dasométrica de Cuatro Especies Tropicales en una Plantación experimental en Tecomán, Colima, México.	<i>Cedrela odorata</i>	94%	10 m.	18.1 cm	13.2 m <sup>2</sup>	exuberante 26% normal 56% raquítico 18 %	97% del arbolado sano y 3 % enfermo.
	<i>Swietenia macrophylla</i>	85%	7.9 m.	15.7 cm	15.8 m <sup>2</sup>	normal de 63%, raquítico 19% exuberante 17%	sano porcentaje de 100%
	<i>Tabebuia rosea</i>	32%	8.5 m.	17.8 cm	20m <sup>2</sup>	31% exuberante, 59% normal 9% raquítico.	

**Cuadro 2.** Resultados de sobrevivencia, altura diámetro, vigor del arbolado, y estado fitosanitario para las especies *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* (Corona, 2004).

Cita Bibliográfica	Especie	Sobrevivencia	Altura	Diámetro	Vigor del arbolado	Estado Fitosanitario
Comparación del Crecimiento de cuatro especies forestales tropicales en una plantación experimental en Santiago Ixcuintla, Nayarit.	<i>Cedrela odorata</i>	58%	3.3 m	7.5 cm		
	<i>Swietenia macrophylla</i>	73%	5.5 m	10 cm	Esta especie tuvo un desarrollo pobre	Presencia de barrenadores con daño de un 12%

**Cuadro 3.** Resultados de sobrevivencia, altura diámetro, área de copa, vigor del arbolado, y estado fitosanitario para las especies *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia rosea* (Benavidez, 2007).

Cita Bibliográfica	Especie	Sobrevivencia	Altura	Diámetro	Área de copa	Vigor del arbolado	Estado Fitosanitario
Crecimiento de Altura y Diámetro de Seis Especies Tropicales en una Plantación Experimental, La Huerta, Jalisco.	<i>Cedrela odorata</i>	35%				Normal 50%, exuberantes 17% raquiticos 22%	
	<i>Swietenia macrophylla</i>	70%	6.15 m	8.5 cm	2.6 m <sup>2</sup>	raquitico 64%, normal 40% exuberante 13%	Presento buena sanidad con 93% y el 3% de arbolado enfermo.
	<i>Tabebuia rosea</i>	81%	10.5 m.	16 cm.	16.01 m <sup>2</sup>		Sano 97% enfermo 3%.

**Cuadro 4.** Resultados de sobrevivencia, altura diámetro y área de copa para la especie *Enterolobium cyclocarpum* (Bertoni, 1980, citado por Francis 1988, Geary 1970, citado por Francis 1988 y Bauer 1982).

Cita Bibliográfica	Especie	Sobrevivencia	Altura	Diámetro	Área de copa
Bertoni, V. R.; Juárez G., V.M. (1980) Citado por Francis, John K. (1988) En el Sur de México. Parcelas de 8 años de edad.	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		8 m.		
Geary, T.F.; Briscoe, C.B. (1972) Citado por Francis, John K. (1988) En Puerto Rico. A los 5 y 25 años de edad.		24% (25 años)	6 m (5 años) 18 m (25 años)	42 cm (25 años)	
Bauer, J. (1982) Citado por Francis, John K. (1988) En Puerto Rico. A los 26 años de edad.					13 m <sup>2</sup> /ha.

## 4.8 Descripción botánica de las especies en estudio

### 4.8.1 *Swietenia macrophylla*

Nombre científico: *Swietenia macrophylla* (King.)

Nombre común: "Caoba"

Familia: Familia Meliaceae

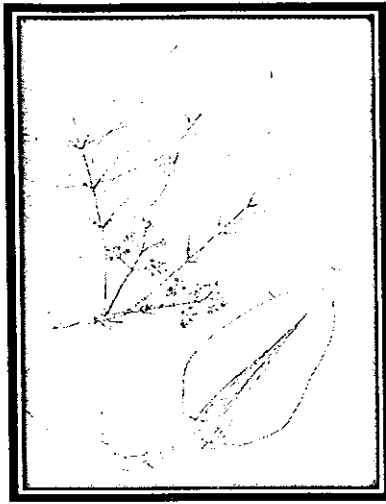
**Árbol** de hasta 40 m de alto y diámetro promedio a la altura de 1.30 m de hasta 3.5 m, tronco erecto ligeramente acanalado con contrafuertes bien formados de hasta 2 a 3 m de alto, con pocas ramas gruesas ascendentes torcidas, con la copa abierta y redondeada. Corteza profunda y ampliamente fisurada con las costillas escamosas en piezas alargadas, pardo grisáceas a moreno grisáceas. Corteza interna rosada a roja, fibrosa, de sabor amargo y astringente. Grosor total de la corteza de 10 a 25 mm. La madera tiene un olor fragante muy característico (Pennington y Sarukhán, 2005).

**Ramas jóvenes**, pardo grisáceas a moreno rojizo.

**Hojas** dispuestas en espiral, paripinnadas o a veces imparipinnadas, de 12 a 40 cm de largo incluyendo el peciolo; folíolos 3 a 5 pares, lanceolados u ovados, de color verde amarillento a verde oscuro en la haz y verde pálido en el envés, glabros en ambas superficies; coriáceos; peciolos glabros, de 3 a 9 mm de largo (Pennington y Sarukhán, 2005).

**Flores**, masculinas más abundantes que las femeninas, con aroma dulce. Panículas axilares de hasta 15 cm de largo, glabras. Flores masculinas actinomorfas. Flores femeninas muy parecidas a las masculinas pero con anteras más pequeñas. Los frutos son cápsulas leñosas de 12 a 18 cm de largo, ovoides u oblongas, 4-5 valvadas, dehiscentes desde la base, moreno rojizo a grisáceo, en ocasiones en péndulos de 7 a 15 cm de largo. Las semillas son sumamente amargas y astringentes (Pennington y Sarukhán, 2005). (Figura 1). Se distribuye solamente en la vertiente del Golfo desde el norte de Puebla y Veracruz hasta el norte de Chiapas en la selva Lacandona y las porciones sur y este de la península de Yucatán, como lo muestra la (Figura 2).

Forma parte de selvas altas o medianas, perennifolias y subperennifolias Pennington y Sarukhán (2005).



**Figura No.1.** Caoba (*Swietenia macrophylla*): rama con inflorescencia y fruto (cápsula) Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).



**Figura No.2.** Mapa de distribución en México de la especie *Swietenia macrophylla* Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).

Se desarrolla de preferencia en suelos de origen calizo o aluvial, que pueden llegar a presentar problemas de drenaje. En la actualidad alcanza sus máximas tallas en la zona lacandona. Su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta 750 m. (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### Enemigos Naturales

Daño por insectos (hoja). Susceptibilidad al ataque del barrenador *Hypsiphylia grandella* Zeller. Ataca la yema apical causando la pérdida de la forma y la bifurcación del árbol, lo cual puede corregirse mediante la poda (King, 1886).

Esta especie es básicamente la base de la industria forestal de las zonas tropicales de México, su madera de excelentes cualidades produce chapa y madera aserrada sumamente apreciadas para ebanistería y todo tipo de construcciones, se exporta en grandes cantidades en forma de tablas o de madera terciada (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### 4.8.2 *Cedrela odorata*

Nombre científico: *Cedrela odorata* L.

Nombre común: "Cedro rojo"

Familia: *Meliaceae*

**Árbol** (Lamb 1969; citado por Manzanilla *et al.*, 2001), describe a la *Cedrela odorata* como un árbol grande decíduo que varía mucho en tamaño de acuerdo con las condiciones ambientales, desde un máximo de 30 m de altura en el bosque decíduo subtropical, de 40 m ó más en el bosque tropical caducifolio y hasta 50 m en condiciones óptimas de los bosques higrofiticos de las tierras bajas, en árboles majestuosos la circunferencia, encima de los contrafuertes de los árboles maduros, llega a alcanzar hasta 3 m de diámetro normal, en los gigantes que se localizan en el bosque higrofitico tropical.

**Corteza.** La corteza de las plántulas de los árboles jóvenes es delgada, lisa y de color grisáceo, pero a menudo es bastante espesa y agrietada en forma dispareja en los árboles de más edad (Longwood, 1962; citado por Manzanilla *et al.*, 2001). La corteza externa tiene abundantes fisuras moderadamente profundas, que forman costillas escamosas de color pardo grisáceo a pardo rojizo. La corteza interna es fibrosa, de color rosa cambiando de pardo amarillento o claro y sabor amargo. La corteza interna es fibrosa, de color rosa cambiando a pardo amarillento o claro y sabor amargo. El grosor de la corteza es aproximadamente 20 mm (Pennington y Sarukhán, 2005).

**Hojas** dispuestas en espiral paripinnadas o imparipinnadas de 15 a 50 cm compuestas por 10 a 22 folíolos opuestos o alternos lanceolados u oblongos, asimétricos, color verde oscuro en el haz y verde pálido o verde amarillento en el envés, las hojas poseen un penetrante olor a ajo cuando se estrujan (Manzanilla *et al.*, 2001).

**Flores,** especie monóica con flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia. Se presentan en panículas terminales de 15 a 30 cm de largo penduladas, según (Little y Wadsworth 1964; citado por Manzanilla *et al.*, 2001) pueden ser pubescentes, pedicelos de 1 a 2 mm de largo suavemente perfumadas y actinomorfas.

**Frutos** en inflorescencias hasta de 30 cm, péndulas. Capsulas de 2.5 a 5 cm de largo de 4 a 5 valvas elipsoides a oblongas de 30 a 40 semillas aladas de 1 a 3 cm de largo y de 5 a 6 mm de ancho (Marrero, 1943; Finol, 1964; Lamb, 1968; Pennington, 1968; Lamprecht, 1990; citado por Manzanilla *et al.*, 2001) (Figura 3).

En México se distribuye de Tamaulipas a Yucatán y de Sinaloa a Chiapas; siendo abundante en la vegetación secundaria de las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias y medianas subcaducifolias y en Quintana Roo, como se muestra en la figura 4. Es abundante en el estrato superior de las selvas altas y medianas subperennifolias (Pennington y Sarukhán, 1968; Cabrera, 1982; citado por Manzanilla *et al.*, 2001). En Jalisco se le encuentra vegetando en las selvas medianas de la costa aunque su presencia no es muy abundante (Pennington y Sarukhán, 1968).

Puede crecer en zonas con una precipitación anual que varía entre 1,200 y 4,000 mm por año (Lamb, 1968; Lamprecht, 1990; Marshall, 1939; Webb *et al.*, 1984; citado por Manzanilla *et al.*, 2001) y alcanza su mayor tamaño con precipitaciones de 2,500 a 4,000 mm anuales. La temperatura promedio durante el mes más caluroso del año es de 33°C y una temperatura mínima durante el mes más frío de 14 °C Von Carlowitz, 1991; citado por Manzanilla *et al.*, (2001). crece en suelos mayormente calcáreos fértiles de buen drenaje y poca acidez (Manzanilla *et al.*, 2001).

El cedro requiere para un buen desarrollo un suelo fértil y con buen drenaje. Se observan, comúnmente, árboles de cedros bien desarrollados, en suelos profundos, fértiles y de lomeríos, cuyas características texturales requieren de buena aireación y movimientos del agua freática. Los dos requisitos fundamentales del cedro son: completa ausencia de saturación hídrica y abundante suministro de elementos nutritivos (Betancourt, 1987; citado por Manzanilla *et al.*, 2001).





Figura No.3. Cedro (*Cedrela odorata*): rama con inflorescencia y cápsula Tomado de Pennigton y Sarukhán (2005).

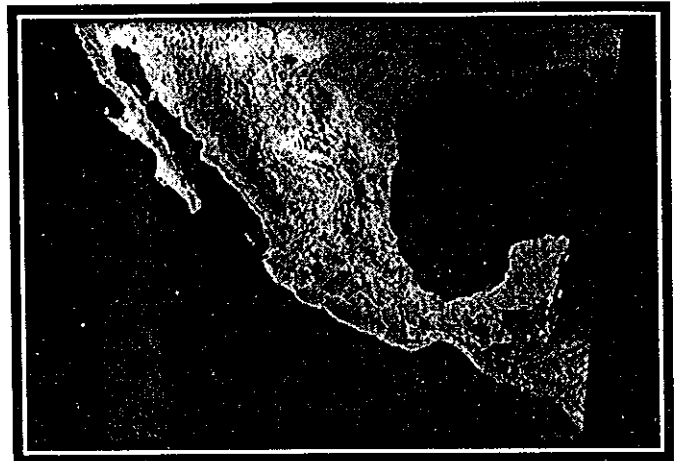


Figura No.4. Mapa de distribución en México de la especie *Cedrela odorata* Tomado de Pennigton y Sarukhán (2005).

### Enemigos Naturales

Se han registrado ataques del insecto fitófago *Tetranychus mexicanus* Otero, 1986; citado por Manzanilla *et al.*, (2001); de las hormigas corta-hojas del género *Atta*; del escarabajo de la familia Scolitidae, *Xyleborus morigerus*, y de los escarabajos de la familia Buprestidae, género *Chysobothris*, en los cedros de México (Arreola, 1980; Domínguez, 1969; Miller *et al.*, 1957; citado por Manzanilla *et al.*, 2001).

En México el cedro es atacado principalmente por el lepidóptero *Hypsiphylia grandella* (Zeller; citado por Manzanilla *et al.*, 2001), el coleóptero *Chysobothris yucatanensis* Van Dyke que ataca a los tejidos de conducción al tallo en plantaciones jóvenes principalmente causado de un 10 hasta 45% de mortalidad por lo que junto *Hypsiphylia* son los problemas más fuertes en México. Existe otra especie introducida a México el *Xylosandrus morigerus* Blandford; citado por (Manzanilla *et al.*, 2001), que se le considera como plaga potencial importante en plantaciones de cedro rojo, caoba y otras especies de gran valor ya que su ataque se concentra en los tallos de las plántulas jóvenes.

Es una especie con una gran demanda en los mercados madereros, a nivel mundial es utilizada en la fabricación de estantes, gabinetes, muebles, decoración de interiores y esculturas. Su resistencia y durabilidad favorecen su utilización para fabricar lanchas. Se utiliza en medicina tradicional como astringente, anti-ulcerativo, entre otros (Manzanilla *et al.*, 2001).

### 4.8.3 *Enterolobium cyclocarpum*

Nombre científico: *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.

Nombre común: "Parota "

Familia: Leguminosae

**Árbol** de 30 a 40 m de alto y diámetro a la altura de 1.30 m de 2 a 3 m, a veces con pequeños contrafuertes en la base, ramas ascendentes y copa hemisférica, con frecuencia más ancha que alta (Manzanilla *et al.*, 2001).

**Ramas** cuando son jóvenes son de color verde a moreno grisáceas, glabras con abundantes lenticelas, protuberantes, longitudinales y suberificadas (Pennington y Sarukhán, 1968; Martínez, 1979; Cabrera, 1982; citado por Manzanilla *et al.*, 2001).

**Corteza** externa es lisa a glandulosa y a veces ligeramente fisurada, gris clara a gris pardusca, interna de color crema rosado, grosor total de la corteza de 20 a 30 mm (Pennington y Sarukhán, 1968; citado por Manzanilla *et al.*, 2001).

**Hojas** dispuestas en espiral, bipinnadas, de 10 a 15 cm de largo y hasta 40 cm Espejel, 1979; citado por Manzanilla *et al.*, (2001), incluyendo el peciolo. con 5 a 10 pares de folíolos primarios opuestos, cada folíolo compuesto por 15 a 35 pares de folíolos secundarios sésiles, generalmente el último par de folíolos secundarios angulado, verde brillantes y glabras en el haz y verde grisáceo y pubescente en las hojas nuevas del envés (Manzanilla *et al.*, 2001).

**Flores** blancas Martínez, 1979; citado por Manzanilla *et al.*, (2001), colocadas en cabezuelas axilares, son actinomorficas. Los frutos son vainas de 7 a 12 cm de diámetro, aplanadas y enroscadas, semejando una oreja, leñosas. pardo oscuro, brillantes, de olor y sabor dulces; numerosas semillas ovoides y aplanadas de 2.3 a 4.5 cm de largo, pardas brillantes con una línea pálida con la forma del contorno de la semilla Pennington y Sarukhán, 1968; citado por (Manzanilla *et al.*, 2001), (Figura 5).

Se localiza en la vertiente del Golfo, desde el Sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatán y en la del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas (Pennington y Sarukhán, 1968; citado por Manzanilla *et al.*, 2001), (Figura 6).

Es originaria de zonas cálidas semihúmedas con estación seca prolongada, aunque crece bien en zonas húmedas, requiere suelos bien drenados y alcanza su crecimiento máximo en los suelos con pH neutros (Miss, 1987; citado por Manzanilla *et al.*, 2001).

Esta especie se le encuentra vegetando, en forma natural desde el nivel del mar hasta los 1,200 m de altitud con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 20°C Cabrera, 1982; citado por Manzanilla *et al.*, (2001) y los 27°C con temperaturas mínimas extremas mayores que los 0°C en áreas donde las heladas no se presentan nunca, por lo que el nivel altitudinal puede subir hasta aproximadamente 1,600 msnm (Manzanilla *et al.*, 2001).

Las temperaturas medias anuales superiores a los 22°C libres de heladas y precipitaciones medias anuales superiores a los 1,100 mm con estación seca que no sobrepase los 6 meses (Manzanilla *et al.*, 2001).

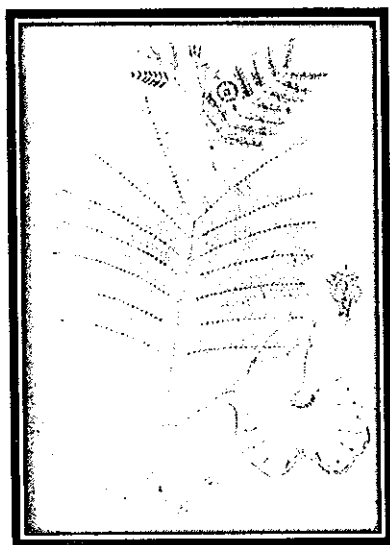


Figura No.5. Parota (*Enterolobium cyclocarpum*): rama con hoja, inflorescencia, flor y vaina. Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).



Figura No.6. Mapa de distribución en México de la especie *Enterolobium cyclocarpum* Tomado de Pennington y Sarukhán (2005).

#### Enemigos naturales:

(Cibrián y colaboradores 1995, citados por Manzanilla *et al.*, 2001) reportan que *Xyleborus volvulus* (F.) Coleoptera: Scolytidae tiene como hospedante, a *Enterolobium spp.* Es un insecto barrenador que vive en grupos de hasta 500 individuos dentro de un sistema de galerías. Se presentan varias

generaciones por año el tiempo mínimo para completar un ciclo de vida es de un mes. Las hembras penetran a la madera de los árboles por medio de túneles cilíndricos de 1 mm de diámetro. Hacen galerías comunales formadas por varias hembras; dichas galerías se ubican en diferentes planos del tronco atacado y puede ser perpendiculares, paralelas o diagonales al eje principal de la estructura. Desde el principio las hembras van liberando esporas de hongos manchadores que germinan y el micelio crece dentro de la madera; los hongos fructifican en las paredes de los túneles.

Se registra como madera de mediano precio en forma de tabla, sin embargo, en la forma de chapa es bastante escasa y puede tener un precio más atractivo. Aunque la madera no esté clasificada como de alto grado de fabricación de muebles, si está descrita como muy útil y atractiva. Sirve para la fabricación de barcos y para la construcción por su madera fácil de trabajar, para construir utensilios de cocina, bateas y ruedas de carretas ya que es resistente al agua y al ataque de hongos e insectos, además la corteza contiene taninos. Por su sombra y nutritivo de sus hojas y vainas siempre se le asocia con la alimentación para el ganado o con la ganadería (Manzanilla *et al.*, 2001).

#### 4.8.4 *Tabebuia rosea*

Nombre científico: *Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC.

Nombre común: "Rosa morada"

Familia: *Bignoniaceae*

**Árbol** de hasta 25 m de alto y diámetro a la altura del pecho hasta 70 cm, tronco recto, a veces ligeramente acanalado, con pocas ramas gruesas, horizontales y ramificación simpódica, con la copa (Pennington y Sarukhán, 2005).

**Corteza** fisurada y suberificada con algunas de las costillas escamosas, pardo grisácea a amarillenta. Interna de color crema rosado (Pennington y Sarukhán, 2005).

**Ramas** jóvenes, a veces con sección transversal cuadrada, con abundantes escamas pequeñas, lenticelas redondas y grandes Pennington y Sarukhán (2005).

**Hojas** decusadas, digitado-compuestas, de 10 a 35 cm de largo incluyendo el peciolo, folíolos cinco los inferiores más pequeños, lanceolados y elípticos, haz verde oscuro, envés verde amarillento con abundantes escamas visibles con la lupa en ambas superficies (Pennington y Sarukhán, 2005).

**Flores** en panículas cortas con las ramas cimosas, en la axilas de hojas abortivas o terminales, flores zigomorfas. Los frutos son siliquas estrechas de hasta 35 cm de largo, lisas, con 2 suturas laterales, péndulas, pardo oscuras, cubiertas por numerosas escamas visibles con una lupa (Pennington y Sarukhán, 2005), ver (Figura 7).

Se encuentran en la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas y el norte de Puebla y Veracruz hasta el norte de Chiapas, la depresión central, la selva Lacandona y la península de Yucatán; en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa y Nayarit hasta Chiapas y la porción baja de la cuenca del Balsas como lo muestra la (Figura 7), perfectamente en comunidades; también forma parte de

selvas altas o medianas subperennifolias y subcaducifolias o selvas caducifolias en Yucatán (Pennington y Sarukhán, 2005), (Figura 8).

Se presenta indiferentemente en los suelos de origen calizo ígneo o aluvial, pero en general con algunos problemas de drenaje; alcanza sus mayores desarrollos en Tabasco, Campeche y Chiapas (Pennington y Sarukhán, 2005).

### Enemigos naturales

Se reportan diversas plagas; entre éstas son los insectos, nematodos, así como también hongos que causan severos daños a la planta desde que se encuentra en vivero hasta que ya es un árbol. Desde la etapa de vivero, las plantas son atacadas por *Formica sp.* y *Atta sp.* (hormigas arrieras o chancharras), que en ocasiones defolían a toda la planta y aunque generalmente no causan la muerte, el daño trae como consecuencia la deformación de la planta, otra de las plagas son la termitas *Neotermes castaneus* Burm, este insecto perfora el duramen de la planta muy cerca del suelo, y hacen sus galerías en la parte superior de la unión de la rama con el tallo principal Manzanilla *et al.* (2001).

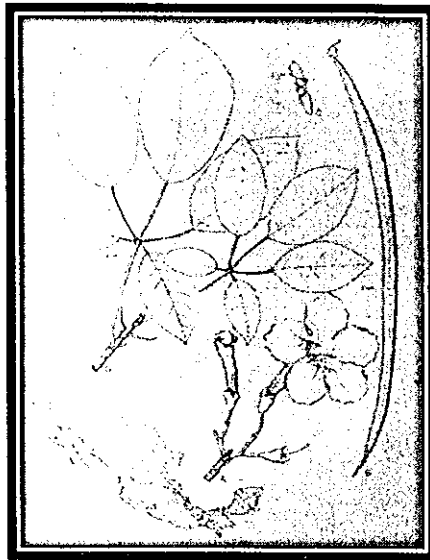


Figura No.7. Rosa morada (*Tabebuia rosea*): rama con hoja, inflorescencia, flor y vaina. Tomado de Pennigton y Sarukhán (2005).

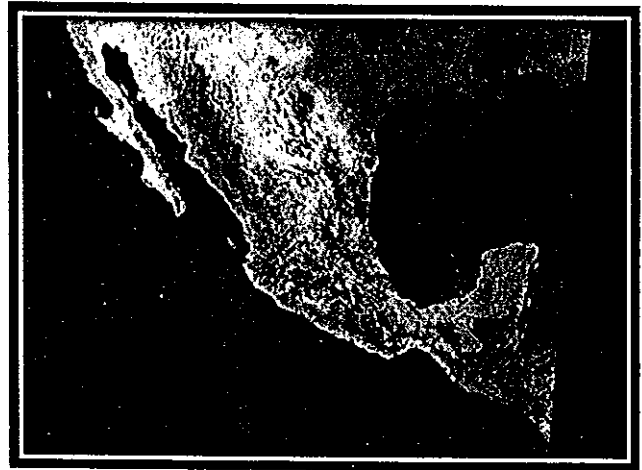


Figura No.8. Mapa de distribución en México de la especie *Tabebuia rosea* citado por Tomado de Pennigton y Sarukhán (2005).

Su madera se ha utilizado para la fabricación de chapa, para madera terciada en las caras de vista y para fabricar muebles; es una especie que

podría usarse con éxito en plantaciones forestales con fines comerciales (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### **4.9 Fertilización**

La fertilización tiene por finalidad mantener o aumentar la calidad del suelo, para lo cual hay que suministrar productos que aportan elementos nutritivos y/o favorezcan la capacidad del suelo para retener temporalmente estos elementos. Se llama fertilización a la aportación de productos que suministran elementos nutritivos disponibles para las plantas en un plazo más o menos corto, estos productos se utilizan en terrenos pobres y erosionados con la finalidad de aumentar la cantidad de nutrientes, mejorar la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas (Fuentes, 2002).

##### **4.9.1 Tipos de Fertilizantes**

###### **Nitrógeno (N)**

EL nitrógeno le da el color verde sano a las plantas. Favorece al crecimiento rápido y aumenta la producción, además forma la proteína en cultivos alimenticios y forrajeros (Fitzpatrick, 1996; Graetz, 2000; Citado por Martínez, 2005), también interviene en muchos procesos vitales para la planta, por lo que las deficiencias de este elemento afectan al crecimiento de la especie (Fuentes, 2002).

###### **Fósforo (P)**

El Fósforo estimula la formación y crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un arranque vigoroso y rápido de la planta. Estimula la floración, acelera la madurez y ayuda a la formación de la semilla, mejora así mismo la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno Muñoz, 1983, citado por (Martínez, 2005).

###### **Potasio (K)**

Las funciones del potasio en la planta son muy variadas. Favorecen la formación de hidratos de carbono y su acumulación en los órganos de reserva. Por tal motivo, las plantas acumulan grandes cantidades de reservas de hidratos de carbono como lo son: la patata, remolacha y la uva etc. (Fuentes, 2002),



también es esencial para la formación y transferencia de almidones, azúcares y aceites, regula el consumo de agua en las plantas (Graetz, 2000; citado por Martínez, 2005), este elemento favorece la resistencia de las plantas a la sequía, el frío y los parásitos (Fuentes, 2002). (Anexo 12.1).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Ubicación del área de estudio

A continuación se presenta la descripción del área de estudio y sus principales características agro - climáticas.

El "SITIO EXPERIMENTAL COSTA DE JALISCO", se encuentra ubicado en el Km 204 de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad en las coordenadas geográficas 19° 39' 15" latitud norte y 104° 32' 00" longitud oeste, a una altitud de 298 m esta área de estudio pertenece al (INIFAP) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias localizado en el municipio de la Huerta, Jalisco (Figura 9).

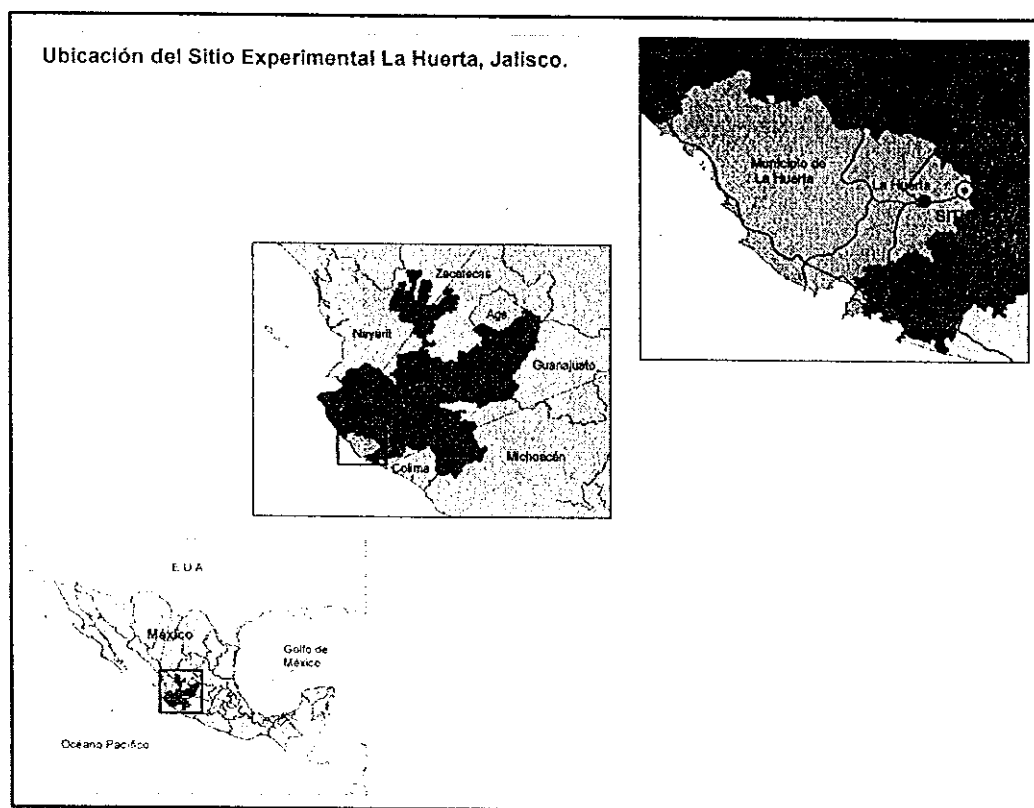


Figura 9. Mapa de ubicación del Sitio Experimental la Huerta, Jalisco.

El clima de la región clasificado por Köppen modificado por García (1988) es Aw1 con lluvias en verano y con una precipitación media anual de 1,100mm. Las temperaturas medias máximas son de 34°C y medias mínimas de 12°C, por

lo que se considera un clima cálido subhúmedo (CEFAP, 1989; citado por Benavidez, 2007).

**El tipo de suelo** es Feozem Háplico, con un pH de 6.7. Los suelos del área de influencia están representados por las unidades regosol (59%) donde predomina la explotación forestal, feozem (14.3%) que desde el punto de vista agrícola son los más productivos y se ubican en vegas de ríos, cambisol (13.9%) que son considerados suelos aptos para la agricultura al igual que los vertisoles (1.0%) y los litosoles (9.4%) los cuales en conjunto cubren el 97.9% de la superficie (CEFAP, 1989; citado por Benavidez, 2007).

**La vegetación** que predomina en el área de influencia del sitio experimental "Costa de Jalisco", corresponde a la de un bosque tropical subdeciduo, su fisionomía y su fenología lo colocan en una situación intermedia entre el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical deciduo, ya que la gran mayoría de las especies pierden sus hojas durante el período seco, pero también hay muchos árboles que no se defolian totalmente y otros lo realizan por un período corto, a veces solo de unas semanas (Rzedowski y McVaugh 1966).

## **5.2 Antecedentes de la plantación**

El área de la plantación, anteriormente esta dedicada a usos agrícolas.

### **5.2.1 Diseño experimental**

Esta plantación se inició en el verano de 1992 en un área de 1.8 hectáreas, se estableció, con el sistema de plantación de marco real, bajo un arreglo de parcelas divididas, las especies utilizadas para esta plantación fueron: Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro rojo (*Cedrela odorata*), Parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y Rosa morada (*Tabebuia rosea*), la semillas de estas especies fueron colectadas en varios sitios del estado de Jalisco y se reprodujo en el vivero de Tomatlán perteneciente a la SAGARPA. La edad de los individuos al momento de la plantación era de 8 a 10 meses y contaba con una altura aproximada de 30 cm cada una de las plantas.

Está plantación se empleo el diseño de marco real, la distancia de separación entre los árboles fue de 4X4m. Se plantaron 288 árboles de cada

especie para hacer un total de 1,152 árboles, la mitad de estos árboles (576) fueron asignados a la parcela sin riego temporal (**R0**) y los otros (576) a la parcela con riego (**R1**), dentro de cada una de estas parcelas se ubicaron 3 subparcelas a las cuales se les aplicaron tres niveles de fertilización:

El (**F0**) indica sin fertilización (Testigo)

El (**F1**) fertilización 15-15-15 de (NPK)

El (**F2**) fertilización 80-40-40 de (NPK)

Los tratamientos de la plantación fueron clasificados como:

**R0-F0, R0-F1, R0-F2 y R1-F0, R1-F1, R1-F2** (Figura 10).

Donde

**R0 = Sin riego (testigo)**

**R0-F0= Sin riego y sin fertilización**

**R0-F1= Sin riego y con nivel de fertilización 1 (15-15-15 de NPK)**

**R0-F2= Sin riego y con nivel de fertilización 2 (80-40-40 de NPK)**

**R1= Aplicaciones de riego**

**R1-F0= Con riego y sin fertilización**

**R1-F1= Con riego y nivel de fertilización 1 (15-15-15 de NPK)**

**R1-F2= Con riego y con nivel de fertilización 2 (80-40-40 de NPK)**

Se tienen 3 repeticiones por cada uno de los seis tratamientos cada una de las repeticiones está formada por 8 subparcelas y cada una de éstas está compuesta por 16 árboles de *Swietenia macrophylla*, 16 de *Cedrela odorata*, 16 de *Enterolobium cyclocarpum* y 16 de *Tabebuia rosea*, formando un total de 64 árboles en cada una de las repeticiones y estos a su vez por cada uno de los niveles diferentes niveles de fertilización, con riego y sin riego como lo ilustra la (Figura 10).



Como fuente de nutrimento se utilizo:

Sulfato de amonio al 20.5% (N)

El superfosfato de calcio triple al 46% (P)

El superfosfato de potasio al 50% (K)

La cantidad empleada de estos elementos nutritivos de acuerdo al nivel de fertilización fue de:

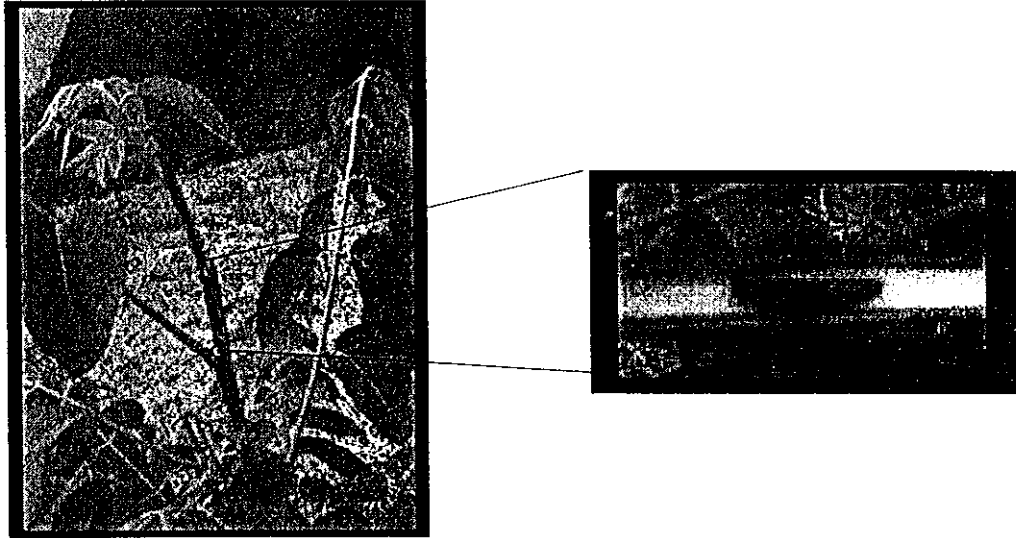
Para el Nivel 1 - formula 15-15-15 se aplico un total de 1.5 kg/ha de (N, P, K). Y para el Nivel 2 - formula 80-40-40 se aplico 2.7, 1.3 y 1.3kg/ha de (N, P, K).

#### **5.2.4 Labores culturales y de replante**

En este punto es importante señalar que después del año de establecida la plantación fue necesario llevar a cabo la actividad de replante o reposición de la planta ya que esta plantación se vio afectada por el Huracán Kenna el cual se presentó en esta región en el año 2002. La especie más afectada fue *Rosseodendron donnell-smithii* (Primavera amarilla), esta especie en su totalidad fue sustituida por *Enterolobium cyclocarpum* (Parota), también se llevo a cabo la actividad de replante en las demás especies presentes en la plantación. que por el motivo anterior y otros motivos murieron algunas de las especies. esta actividad se hizo para tratar de uniformizar el número de plantas. En cuanto a las labores culturales, se puede mencionar que durante la plantación, desarrollo y crecimiento, se llevo a cabo la limpieza utilizando para ello un tractor para la eliminación de la maleza entre las hileras y para el deshierbe alrededor de los árboles se elimino manualmente con la ayuda de un machete y un azadón.

### 5.2.5 Control de plagas

En esta plantación se observaron daños a los cuatro meses de establecida la plantación (Figura 11), se observo el tipo de daño que puede provocar esta plaga en la *Swietenia macrophylla* (Caoba) y *Cedrela odorata* (Cedro) por el ataque de los barrenador (*Hypsiphylia grandella*).



**Figura 11.** Daño causado por ataque de *Hypsiphylia grandella* en las especies *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. (Fotografía tomada de INIFAP, Tecnología No. 7 El Cedro, Establecimiento y Manejo en la Huasteca Potosina.)

A estas especies se les aplico una dosis de 2.5 paratión metílico, pero no se obtuvieron buenos resultados por los que se hizo uso de un insecticida sistémico furadan al 5% aplicado con dosis de 30 g por planta.

### 5.3 Toma de datos de campo

Previo a las actividades de la evaluación de la plantación, fue necesario realizar una limpieza en todas las parcelas. Se realizó la labor de deshierbe con el propósito de facilitar las actividades de evaluación en cada uno de los árboles presentes en la plantación. Para ello, se hizo uso del personal debidamente capacitado, utilizando herramientas como: machetes y maquinaria agrícolas.

Posterior a la limpieza, se llevo a cabo el marcado del arbolado a la altura del tocón (30 cm) y la otra a la altura del pecho (1.30 m), utilizando para ello una regla, qué con anterioridad se había marcado para facilitar el trabajo de campo,

también se utilizó pintura en aerosol para dejar una línea como marca de la altura.

Posteriormente se llevo a cabo la toma de datos, para ello, en gabinete se estableció un cuadro de claves, para facilitar la toma de datos dasométricos e inventario del arbolado de la plantación (Anexo 12.2), se tomarón las medidas de la altura del tocón (30 cm) y la altura del pecho (1.30 m) de todo el arbolado de la plantación.

Un aspecto importante a considerar fue: cuando los árboles evaluados presentaban bifurcamiento por debajo de la altura del pecho (1.30) se consideraban como dos árboles independientes estos se clasificaron como A y B, si presentaba tres bifurcaciones fueron clasificados como A, B, C, se presento el caso de árboles con cuatro bifurcaciones estos se clasificaron como A, B, C y D. Los datos obtenidos se tomaron de manera independiente, y no solo de estos árboles, si no de todos los árboles presentes de la plantación con excepción de los árboles muertos.

### **5.3.1 Evaluación de sobrevivencia**

Para efecto de la evaluación de la sobrevivencia del arbolado fue necesario cuantificar los árboles vivos, muertos y desaparecidos de cada una de las parcelas y en cada uno de los seis tratamientos. Aquí fue importante asignar a los árboles desaparecidos dentro de la categoría de los árboles muertos. Para el cálculo de dicha sobrevivencia se relaciono el porcentaje de árboles vivos y muertos que se obtuvo con la relación de árboles vivos y muertos esto a su vez se dividió entre el total del arbolado y así se obtuvo el valor de la sobrevivencia.

### **5.3.2 Medición de diámetros**

Para la toma de datos en este apartado se utilizaron cintas diamétricas graduadas a décimas de centímetro para tener una mayor precisión. La medición se efectuó a dos alturas, a la altura del pecho (1.30 m) y a la altura del tocón (30 cm) en todo el arbolado de la plantación.



### 5.3.3 Medición de alturas

El equipo empleado para determinar la altura fue el clinómetro y la cinta métrica, con el clinómetro se tomaron las mediciones en porcentajes, de altura, fuste limpio y de la base del árbol. Con la cinta métrica se midió la distancia horizontal de la base del árbol hasta una distancia equivalente a la altura del árbol. En las parcelas se usaron distancias horizontales comúnmente entre los 15 y 20m.

Para el caso de toma de datos de altura se tomaron dos mediciones: la **altura total y altura de fuste limpio**.

**La altura total:** se refiere a la medida vertical del árbol desde la base hasta la punta del árbol.

**La altura fuste limpio:** se refiere a la altura desde la base del árbol hasta donde inician las primeras ramas vivas del mismo.

Estos datos se registraron en formatos expofeso y en gabinete se realizaron los cálculos correspondientes para obtener los datos reales de las alturas, para ello se utilizó la siguiente formula.

$$A= Dh (Ls-Lb)/100$$

Donde:

**A=** Altura del árbol.

**Dh=** Distancia horizontal en m.

**Lb=** lectura de la base del árbol en porcentaje

**Ls=**lectura superior que puede ser la punta del arbol (para la altura total) o la primera rama viva (para el caso del fuste limpio)

#### **5.3.4 Medición de copas**

En esta actividad se midió la proyección del follaje a los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O) con la cinta métrica. La medición se hizo a partir del centro del fuste hacia la línea vertical imaginaria donde termina el follaje principal de la copa y en gabinete se determinó el área de copa utilizando la fórmula de la elipse.

#### **5.3.5 Daños mecánicos (ubicación y grado)**

Se consideró si el arbolado presentaba daños mecánicos por ejemplo aquellos causados por el hombre o bien o de manera natural como rayos, incendio, animales etc.

Para poder clasificar los daños mecánicos se observaba al árbol, si este presentaba daños causados por el hombre, por la maquinaria agrícola o tal vez de manera natural (vientos, rayos, huracanes, incendios) o por animales. Estos no se clasifican dentro de plagas ni enfermedades.

Este se evalúa de acuerdo a la ubicación del daño que se presente en el árbol ejemplo: en el tallo, la parte baja del fuste, ramas, corteza o follaje.

El criterio utilizado para definir el grado de daño se basa principalmente en apreciar en la totalidad del arbolado de manera parcial y considerando si esta en riesgo la sobrevivencia del arbolado de esta manera se clasifica al daño como leve, medio y severo.

#### **5.3.6 Estado Fitosanitario**

Para poder evaluar este apartado fue necesario determinar a los árboles enfermos (daño evidente) y a los árboles sanos (árbol vigoroso). Si el árbol se encontraba clasificado como enfermo se determinaba el agente causal que provocó su enfermedad, los principales agentes son: los barrenadores de yemas apicales, descortezadores, bacterias o virosis, plagas como muérdagos, fungosis en cualquier parte del árbol y cuando no se conoce el agente que causó la enfermedad o muerte se clasifica como muerto.

### **5.3.7 Vigor del arbolado**

De acuerdo a los datos tomados en campo el vigor se evaluó de manera visual y física sobre el crecimiento y desarrollo de las especies *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia Rosea* clasificándolos en exuberante, normal y raquítico.

Las características que presentaban los árboles con vigor exuberante fueron: fustes rectos, copa bien desarrollada, diámetro y altura correspondientes a los árboles dominantes desde luego de la misma especie.

Los árboles con vigor medio presentaban una altura, diámetro y una copa promedio de los árboles de la plantación y estos pueden presentar algún problema sanitario.

El vigor del arbolado raquítico, presentaban bajo nivel de desarrollo en cuanto a altura, diámetro y copa, este tipo de árboles crecen con fustes inclinados esto puede deberse a algún problema de enfermedad estos se clasifican como suprimidos (Ver anexo 12.2)

### **5.3.8 Captura de la información**

Una vez obteniendo la información recabada de campo, se dio a la tarea de realizar la siguiente actividad que fue la captura de los de los mismos, para lo cual se utilizó un programa de cómputo (Excel) y así poder extraer la información estadística.

### **5.3.9 Análisis y procesamientos de datos de campo**

Una vez capturados y ordenados los datos debidamente, en Excel se calcularon los promedios de sobrevivencia, diámetro, altura, área de copa, vigor y el estado fitosanitario de cada uno de los tratamientos se editaron los gráficos correspondientes.

Para el análisis estadístico de los datos se empleó el paquete SAS (Statistical Analysis System) el cual permitió analizar el diseño experimental de parcelas divididas a través del análisis de varianza, correlaciones y regresiones, para ello, se aplicó el procedimiento GML (General Linear Models) este modelo general es utilizado para trabajar con diseños experimentales. El modelo

general fue utilizado para observar diferencias estadísticas en altura, diámetro y follaje.

La ecuación general empleada fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \tau_k + (\alpha\tau)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

i = aplicación de riego; i = 1, 2

j = fertilización; j = 1, 2, 3

k = especie; k = 1, 2, 3, 4

Para las obtener las diferencias entre tratamientos, se realizó una comparación múltiple de medias, utilizando los métodos LSD (Diferencia mínima significativa), Duncan y Tukey, con la finalidad de conocer cuales tratamientos de la plantación son significativos y demostrar la diferencia entre los tratamientos para ello se utilizo un valor de  $p \leq 0.05$ .

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Sobrevivencia por especies

Al realizar el análisis de los datos colectados en campo, de la plantación experimental, establecida en el año 1992 en el Mpio. de La Huerta, Jal., se encontraron diferencias, en los porcentajes de las sobrevivencias, sobre las especies *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea*.

La especie que presentó una mayor sobrevivencia, fue la *Tabebuia rosea* con un promedio general de 96.9% (Figura 12), comparada con los datos obtenidos por Benavidez (2007), en una plantación experimental en la Huerta, Jal., donde registra promedio de 81% de sobrevivencia, para esta especie, este resultado es bajo comparado con el de este estudio, lo cual supera al porcentaje de comparación de especie.

Siguiendo en orden de importancia la *Swietenia macrophylla* con un promedio general de 86.2% de sobrevivencia. Comparado este resultado con un trabajo de Benavidez (2007), donde esta especie resultó con un promedio general de 70% en la sobrevivencia, este valor resulta ser claramente superado por el porcentaje del presente estudio, una de las principales causas de esta diferencia, podría deberse a la competencia que existía con otras seis especies, las cuales presentaban mayor porcentaje de sobrevivencia en el resultado de 70% del trabajo registrado por Benavidez (2007).

Por su parte Corona (2004) con su trabajo en Santiago Ixcuintla, Nayarit, reporta en su primera evaluación, que la *Swietenia macrophylla* tuvo el nivel más bajo de sobrevivencia con un 55%, después de realizada la actividad de replante en 1993 el porcentaje de sobrevivencia aumento a 73%, pero, aún así los datos arrojados en este estudio superan los resultados de Corona (2004).

La diferencia de porcentajes podría deberse a la evidencia de daños causados por los ataques de barrenadores de yemas apicales, la cual presentaba el 12% del daño total de la plantación de la región Santiago Ixcuintla, Nayarit. Cabe mencionar que la plantación en estudio estuvo expuesta, a los daños causados y provocados también por el Huracán Kenna en el año 2002.

Después le siguió la especie *Enterolobium cyclocarpum* con un promedio general de 79.5%, este porcentaje, comparado con los datos de Geary *et al.*, 1972; citado por Francis (1988) donde reporta que en Puerto Rico esta especie obtuvo un promedio de 24% de sobrevivencia a los 25 años de edad, y, dicha especie crece junto con otras especies en suelos derivados de granito.

Este porcentaje demuestra, que en Puerto Rico la sobrevivencia de esta especie es muy baja, comparada con México. Una de las causas principales de diferencias de porcentajes podría deberse a las condiciones ambientales y topográficas presentes en ambos lugares. Siendo que en Puerto Rico esta especie creció en suelos derivados de granito, los cuales son de baja capacidad de retención de agua y su drenaje es alto, por tal motivo se deduce, que probablemente esta especie no obtuvo una buena sobrevivencia. Para el caso del Sitio Experimental la Huerta, Jalisco, la sobrevivencia para esta especie fue un poco más favorable. Puesto que esta especie tiene mayores posibilidades de obtención de nutrientes, esto debido a la aplicación de fertilizantes de N, P, K a diferentes dosis, y a los diferentes tipos de suelos los cuales corresponde a Regosol, Cambisol, Vertisol y Litosol por lo cual la especie tiene la probabilidad de una mayor sobrevivencia.

Mientras que la especie *Cedrela odorata* fue la especie, presentó el porcentaje más bajo de sobrevivencia con un promedio general de 30.5%, comparando este porcentaje con los resultados de Forte (2005) y Corona (2004) donde reportan promedios de 94% y 58% respectivamente, estos porcentajes superan al promedio generado por el presente estudio.

Las diferencias de porcentajes podrían deberse a los daños provocados por los ataques de (*Hypsiphylia grandella*) en la plantación en estudio. Por su parte Corona (2004) reporta evidencias de barrenadores de yemas apicales en la plantación de Santiago Ixcuintla, Nayarit, estas evidencias representan el 24% del total de la plantación, a comparación con el resultado de Forte (2005), esta especie alcanzo una sobrevivencia del 94%, el motivo de este porcentaje tan alto es debido a que esta especie se adaptó fácilmente a las condiciones del lugar.

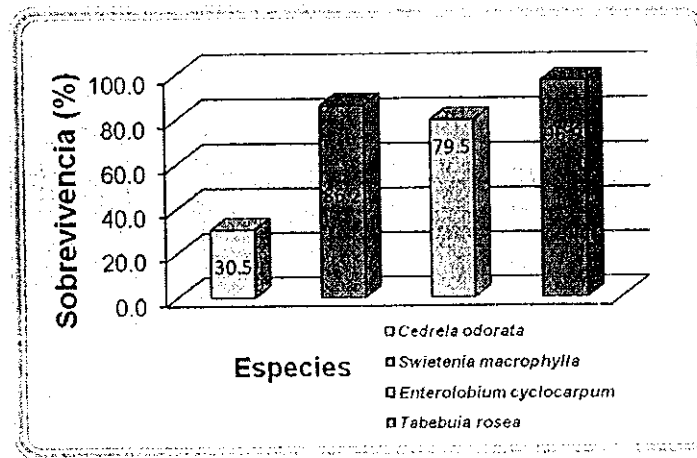
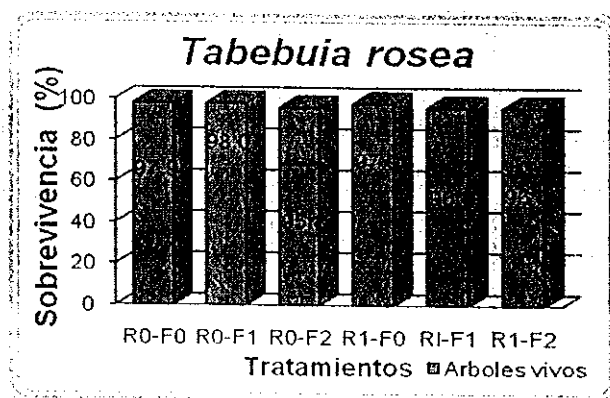


Figura 12. Porcentaje promedio de sobrevivencia de las especies de la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.

### 7.1.1 Supervivencia por tratamiento y especie

La especie *Tabebuia rosea* tuvo los resultados más altos de supervivencia, en las parcelas sin riego los tratamientos fueron similares pero el que sobresalió fue el R0-F1 y R0-F0 con promedio general de 98%, siguiéndole el tratamiento R0-F2 que presentó el valor de 96%.

En cuanto a las parcelas de riego se presentaron valores similares en R1-F1 y R1-F2 mostraron un promedio general de 96% cada uno y siendo el mejor R1-F0 con promedio de 98%. Al realizar la comparación entre los tratamientos de riego y no riego no se observaron diferencias significativas porque los niveles de supervivencia fueron muy similares (Figura 13).

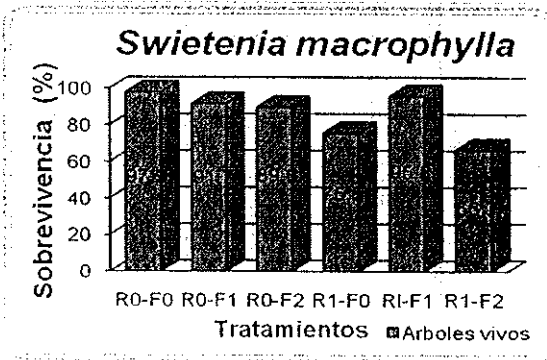


**Figura 13.** Comparación de la supervivencia de *Tabebuia rosea* en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

La especie *Swietenia macrophylla* presentó valores heterogéneos en cuanto a la supervivencia para los tratamientos de riego el R1-F1 resultó ser el mejor con un valor de 96% siguiendo por orden de importancia el R1-F0 con 75.5 % y el R1-F2 con 67%, comparados con los tratamientos de no riego estos resultaron con mayor porcentaje de supervivencia el R0-F0 obtuvo 98%, seguido del R0-F1 con 92 y finalmente el R0-F0 con tan solo 90%, como se aprecia en la Figura 14.

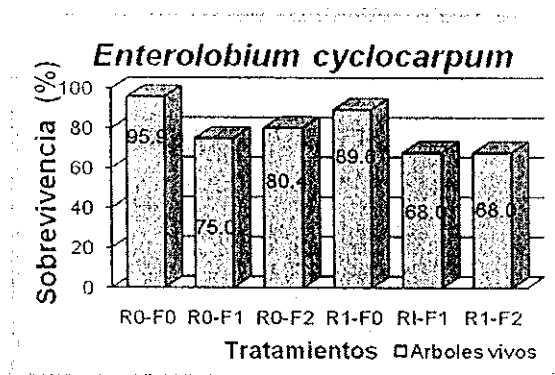


Los porcentajes de no riego, resultaron tener mayor índices de sobrevivencia, comparados con los de la aplicación de los del riego pero las diferencias no fueron significativas.



**Figura 14.** Comparación de la sobrevivencia de *Swietenia macrophylla* en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

La especie *Enterolobium cyclocarpum* presento irregularidad en los porcentajes de sobrevivencia, para las parcelas de riego, el R1-F0 mostró el valor más alto con 90%, mientras que el R1-F1 y el R1-F2 con tan solo 68% cada uno, en cuanto a las parcelas de no riego el R0-F0 fue el mejor con 96%, seguido del R0-F2 con 80% y el tratamiento R0-F1 solo obtuvo el 75% de sobrevivencia (Figura 15).



**Figura 15.** Comparación de la sobrevivencia de *Enterolobium cyclocarpum* en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

En el caso de *Cedrela odorata*, la especie presentó los valores más bajos e irregulares en sobrevivencia, en comparación a las demás especies. Obtuvo un promedio general de 30.5%. La parcela de riego mostró los mayores porcentajes de sobrevivencia en dos tratamientos R1-F1 y R1-F2 con un promedio de 52% y 40% respectivamente mientras que un tratamiento el R1-F0 tuvo valores muy bajos de solamente 6%. En las parcelas sin riego los porcentajes de sobrevivencia fueron muy bajos, con promedios de 35%, 31% y 19% en los tratamientos R0-F0, R0-F2 y R0-F1 respectivamente (Figura 16).

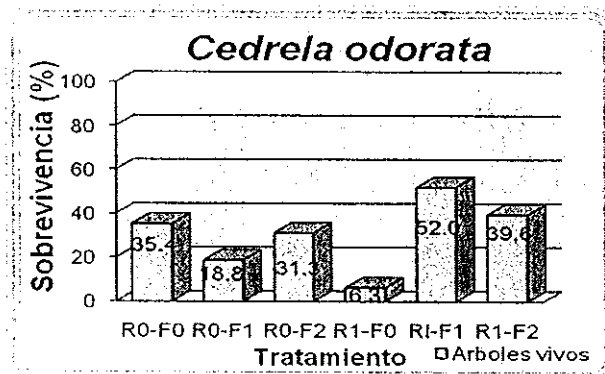


Figura 16. Comparación de la sobrevivencia de *Cedrela odorata* en los tratamientos de riego y fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

## 7.2 Diámetro entre especies

La especie *Enterolobium cyclocarpum* fue la especie que presentó mayor crecimiento en diámetro, con promedio general de 35.5 cm (Figura 17), comparado, con los resultados de Camacho 1981; citado por Francis, (1988) en Costa Rica esta especie tuvo diámetros de 8 a 11 cm en parcelas entre 7.5 a 8 años de edad (Anexo 12.3). Esto refleja que el promedio de los diámetros en Costa Rica es bajo, comparado con el resultado de este estudio. Los incrementos anuales muestran un crecimiento más alto para la parota de La Huerta de 2.7 cm/año y de 0.7 cm/año para la plantación de Costa Rica.

La especie *Tabebuia rosea* tuvo un promedio de 22.3 cm de diámetro (Figura 17), comparado con los datos de Benavidez (2004) en su trabajo en la Huerta, Jalisco. Donde reporta que esta especie presento un promedio general de 16 cm, y en los tratamientos de riego y no riego no tuvieron diferencias significativas, por lo tanto el riego en el momento de la medición no tuvo influencia en el crecimiento del diámetro. En este estudio se observa que el riego y la fertilización si tuvieron influencia pero la información esta influenciada por la baja sobrevivencia de la especie.

La especie *Cedrela odorata* tuvo bajos crecimientos, con un promedio general de 13 cm (Figura 17), este valor resulto superior al compararlo, con el resultado obtenido por Corona (2004) con un diámetro muy pequeño de 7.5 cm. En estas dos plantaciones se reportan evidencias de ataques de *Hypsiphylia grandella*. La presencia de este insecto pudo influir en el poco crecimiento en diámetro en las dos plantaciones.

La especie que presento el promedio más bajo para el desarrollo en diámetro fue la *Swietenia macrophylla* con 11.3 cm (Figura 17), este valor resulto mayor, comparado con los resultados de Benavidez (2007) y Corona (2004) cuyos promedios fueron de 8.5 cm y 10 cm respectivamente. Los datos de este estudio son ligeramente mayores que los de las otras plantaciones, aunque en todos los casos son considerados como crecimientos muy bajos. También para esta especie se observo el ataque de la *Hypsiphylia grandella*. Lo cual probablemente tuvo influencia en los pobres crecimientos, también que la

plantación se encuentra en un área susceptible de encharcamientos y la caoba no soporta los encharcamientos.

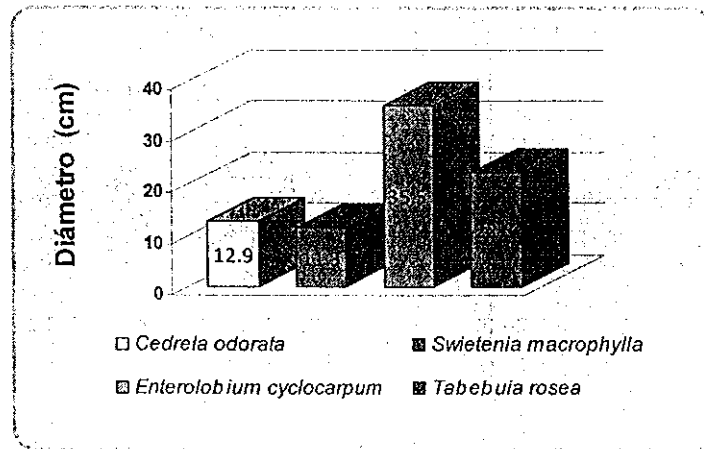


Figura 17. Diámetro normal entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.

### 7.2.1 Diámetro por tratamiento y especie.

En la variable diámetro la especie *Enterolobium cyclocarpum* resulto con un promedio general de 35.5 cm, en cuanto a las parcelas con riego resultaron con valores similares y no hubo diferencias entre los tratamientos. Los tratamientos R1-F0 y R1-F1 tuvieron valores similares de 36 cm cada uno y el R1-F2 con 34.4 cm.. En las parcelas sin riego se observa una ligera diferencia estadística entre los tratamientos ( $p= 0.0366$ ). El mejor fue el R0-F0, seguido de R0-F1 y R0-F2 con 38.7cm, 34.3 cm y 33.7cm respectivamente (Figura 18).

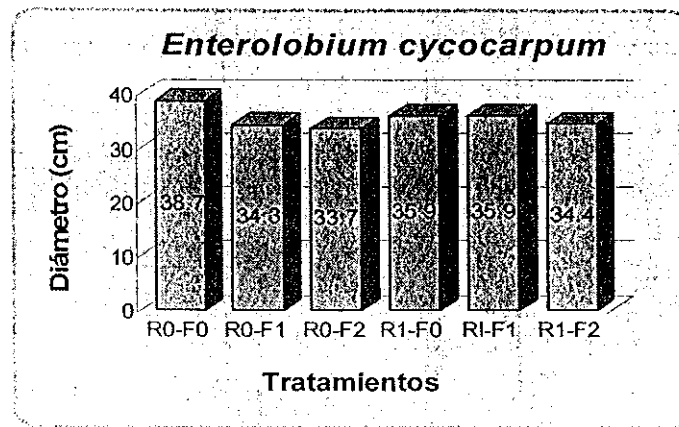
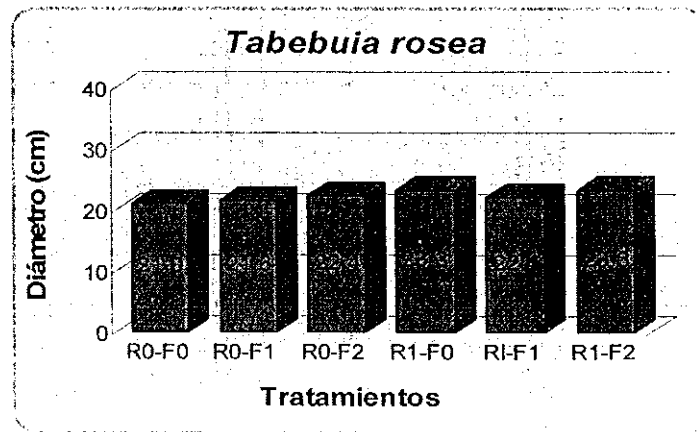


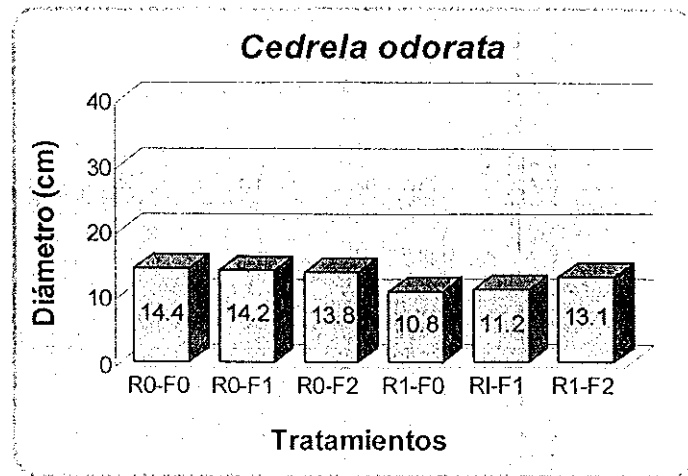
Figura 18. Diámetro normal para la especie *Enterolobium cyclocarpum* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

En la especie *Tabebuia rosea*, para las parcelas sin riego se observan promedios similares, el tratamientos R0-F2 tuvo 22.4 cm, seguido de R0-F1 con 21.6 cm y el más bajo fue R0-F0 con 21.0 cm, no se presentaron diferencias significativas ( $p= 0.1179$ ), la prueba de Waller-Duncan K- ratio t muestra que las medias en las fertilizaciones se comportaron de manera similar (Figura 19). En la parcela de riego hubo dos tratamientos iguales el R1-F0 y el R1-F2 con 23.3 cm cada uno y el R1-F1 resulto con 22.1 cm no se presentaron diferencias significativas por lo tanto no hubo influencia de la fertilización para su crecimiento.



**Figura 19.** Diámetro normal para la especie *Tabebuia rosea* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

En cuanto al crecimiento del diámetro, la especie *Cedrela odorata* tuvo un promedio general de 12.9 cm. En la parcelas sin riego los tratamientos, se comportaron con promedios similares el R0-F0 fue de 14.4 cm, el R0-F1 con 14.2 cm y con 13.8 cm el R0-F2, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas. En la parcela de riego se encontraron diferencias significativas en los niveles de fertilización con valor de  $p= 0.0129$ . La prueba de Waller-Duncan K- ratio t, demuestra que si hubo diferencias entre tratamientos R1-F2 con 13.1cm, después el R1-F0 con 10.8 y el R1-F1 con 11.2 cm ver (Anexo 12.5), en este caso se observa que la aplicación de la dosis de fertilización 2 fue ligeramente mas efectiva (Figura 20).



**Figura 20.** Diámetro normal para la especie *Cedrela odorata* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

La especie *Swietenia macrophylla* fue la especie que presentó los crecimientos más bajos, el diámetro normal promedio fue de 11.3 cm. En las parcelas sin riego fueron significativos sus niveles de fertilización ( $p= 0.0115$ ), aunque el crecimiento más alto se observó en las parcelas donde no se aplicó riego con valores para F0 de 12.5 cm, seguido de F1 con 12.4 cm y F2 con 10.9 cm, donde posiblemente la aplicación del fertilizante no se realizó de forma adecuada (Figura 21). En las parcelas de riego, estadísticamente hubo diferencias significativas ( $p= .0001$ ), y aquí los valores más altos fueron para los tratamientos con fertilización, el F1 con 12.7 cm, F2 con 10.2 cm y con 9 cm el F1. (Anexo, 12.5).

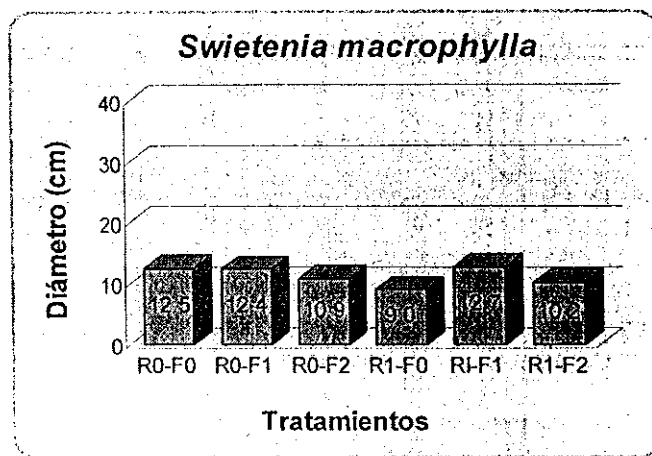


Figura 21. Diámetro normal para la especie *Swietenia macrophylla* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.



### 7.3 Altura por especies

La especie *Tabebuia rosea* presento un crecimiento en altura muy aceptable en comparación de las demás especies con un promedio general de 12.8 m, (Anexo, 12.7), se considera que esta especie tuvo un mayor crecimiento debido a que puede soportar suelos con mal drenaje y en zonas moderadamente pantanosas Bertol (1845).

Al realizar la comparación del promedio observado en este estudio, el valor supera los resultados obtenidos por Benavidez (2007) y Forte (2005) con promedios de 10.5 m y 8.5 m respectivamente.

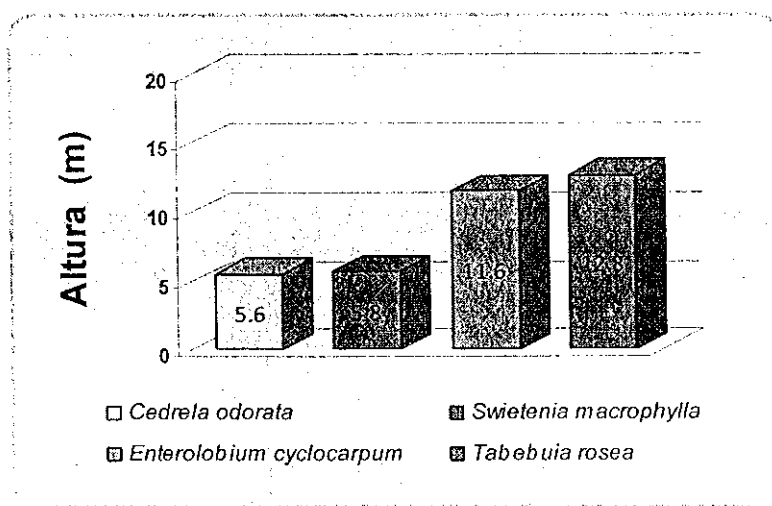


Figura 22. Altura entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.

La especie *Enterolobium cyclocarpum* presento un promedio general de 11.6 m de altura, comparando este estudio con pruebas que se han realizado en otros países como Costa Rica en donde se han obtenido promedios de 11 a 16 m en parcelas de 7.5 a 8 años de edad según Camacho 1981, citado por Francis (1988). Por su parte Burkart, 1952, citado por Francis (1988), reporta que en las parcelas de estudio, número 105,107 y 302 obtuvieron alturas de 11.4, 10.4 y 8.1 m respectivamente, con edades de 8, 7.5 y 8 años cada una (Anexo 12.3) Con lo observado en otros estudios, se considera que el crecimiento de esta especie en La Huerta fue menor que la plantación de Costa Rica ya que la plantación tenía menor edad.

Geary, *et al.*, 1972; citado por Francis (1988) reporta que en Puerto Rico a los 5 años de edad esta especie obtuvo un crecimiento en altura de 6 m, y a los 25 años de edad mostró un promedio de 18 m., tomando en cuenta que esta especie crecía con otras especies en suelos derivados de granito. Mientras que Fournier *et al.*, 1977, citado por Francis (1988), reporta alturas similares a los 5 años de edad, comparando el resultado obtenido con el de este autor, muestra que los crecimientos fueron muy similares para todas las plantaciones.

Y en el sur de México Bertoni *et al.*, (1980) reporta que esta especie obtuvo una altura de 8 m en parcelas de 8 años de edad. Por su parte Bauer, 1982; citado por Francis (1988), reporta crecimientos de 7.1, 7.6, 8.3 y 7.8 con edades de 8.5 años cada una. Estos trabajos comparados con el promedio de este estudio resultan ser semejantes, ya que esta especie en el sur de México crece 1 m por año, y en el dato expuesto por el otro autor, es similar su crecimiento. Por lo tanto los datos del presente estudio resultan ser semejantes al crecimiento que reportan estos autores.

La especie *Swietenia macrophylla* obtuvo un promedio general de 5.8 m, comparando dicho resultado con el obtenido por Corona (2004). Benavidez (2007) y Forte (2005), donde reportan promedios de 5.5, 6.15 y 7.9 m respectivamente para la variable altura, el valor resulto realmente bajo. Las posibles causas son que no tolera encharcamientos y la presencia del barrenador de yemas (*Hypsiphylia grandella*) en sus etapas iniciales.

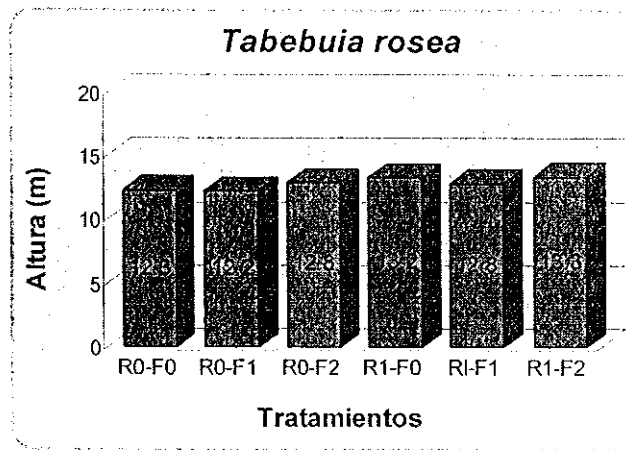
La especie que mostró los promedios más bajos comparada con las demás especies fue la *Cedrela odorata* con solo 5.6 m de altura (Figura 22), Siendo que Forte (2005) en su trabajo evaluación dasométrica de cuatro especies tropicales en una plantación experimental en Tecomán, Colima, México., reporta un promedio de 10 m de altura, lo que significa que el trabajo de comparación supera el porcentaje obtenido por esta evaluación, la probable causa de ello podría deberse al daño causado por el huracán Kenna, ya que esta y otras especies se vieron afectadas debido a los fuertes vientos con lo cual ocasionó la caída de una gran cantidad de árboles. Después de este siniestro se llevo a cabo la actividad de reposición de plantas de esta y las demás especies. Por lo que se concluye que el tiempo perdido para esta y las demás especies, le

fue favorecido al trabajo de comparación Forte (2005). Además de que esta especie no tolera largas temporadas de sequías y tiene problemas de adaptación en áreas de mal drenaje King (1886).

Por su parte Corona (2004) reporta en su trabajo comparación del crecimiento de cuatro especies forestales tropicales en una plantación experimental en Santiago Ixcuintla, Nayarit, un promedio 3.3 m de altura. Lo que significa que en el presente trabajo supera al resultado obtenido por Corona (2004), siendo que este autor comenta que en su trabajo el crecimiento pudo ser afectado por la plaga de barrenadores de yemas apicales (*Hypsiphylia grandella*).

### 7.3.1 Alturas por tratamiento y especie

La altura total de la especie *Tabebuia rosea* no tuvo diferencias significativas en las parcelas sin riego ( $p= 0.1015$ ) (Anexo 12.6). Los resultados de los tratamientos se comportaron de manera uniforme, en la parcela sin riego presentaron valores de 12.2 m, 12.3 m y 12.8 m para R0-F1, R0-F0 y R0-F2 respectivamente. Los tratamientos, en las parcelas de riego no fueron tampoco significativos ( $p= 0.6329$ ). Los valores fueron muy similares, con alturas de 13.2 m y 13.3 m para R1-F0 y R1-F2 cada uno y de 12.8 m el R1-F1 (Figura 23).



**Figura 23.** Altura para la especie *Tabebuia rosea* dentro de los seis tratamientos de riego los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

La especie *Enterolobium cyclocarpum*, al igual que la *Tabebuia rosea* se mostró de manera uniforme en los tratamientos de riego y fertilización (Figura 24), estadísticamente no hubo diferencias significativas. En las parcelas sin riego obtuvieron, promedio general de 11.63 m, mientras que la parcela con riego presenta también un promedio similar de 11.6 m (Anexo 12.8).

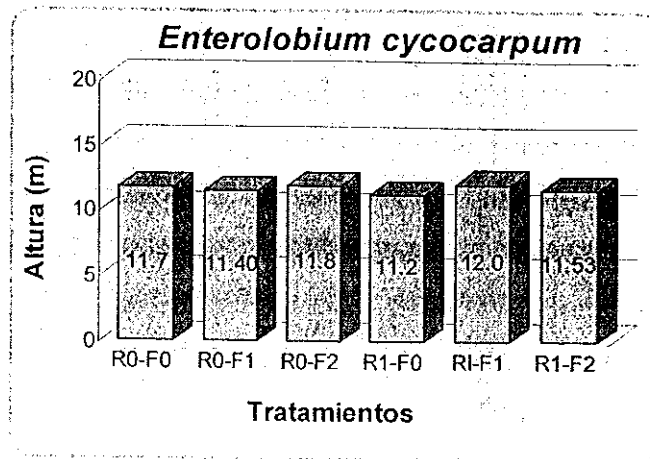


Figura 24. Altura para la especie *Enterolobium cyclocarpum* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

Para *Swietenia macrophylla* en las parcelas sin riego no se presentaron diferencias significativas, aunque en las parcelas de riego si hubo ( $p= 0.0001$ ), pero los valores de crecimiento en altura en ambos casos fueron muy bajos (Figura 25).

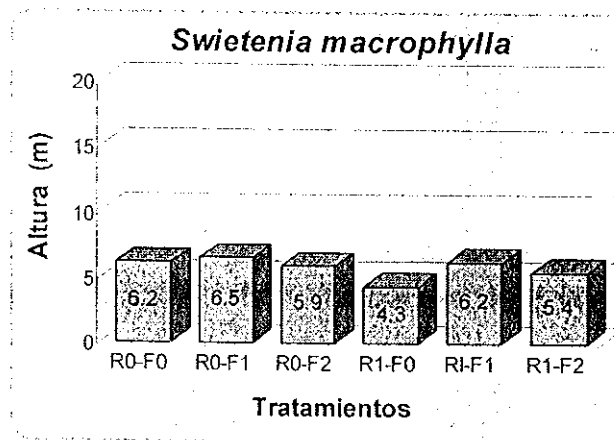


Figura 25. Altura para la especie *Swietenia macrophylla* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

La *Cedrela odorata* fue la especie que obtuvo los rendimientos más bajos en la variable altura (Figura 26), presentando un promedio general de 5.8 m. Para los tratamientos sin riego no se observaron diferencias estadísticas en el crecimiento. Mientras que en las parcelas de riego, si hubo diferencias significativas en los niveles de fertilización ( $p = .0001$ ), puesto que R1-F2 obtuvo 6 m, seguido de R1-F1 con 5.2 m y el R1-F0 con tan solo 3.9 m.

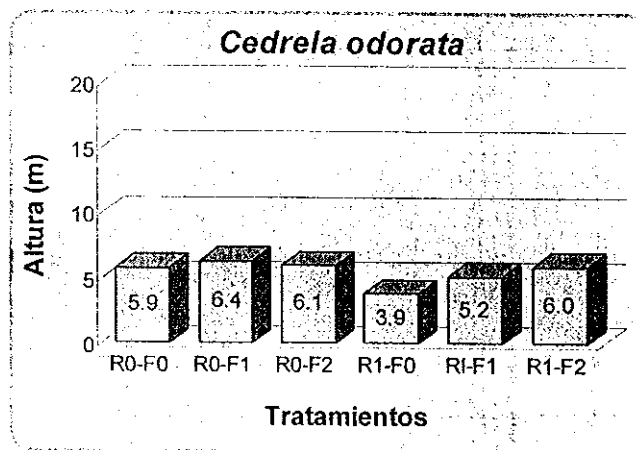


Figura 26. Altura para la especie *Cedrela odorata* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

#### 7.4 Área de copa por especies

La especie *Enterolobium cyclocarpum* fue la que presentó el mayor crecimiento en área de copa con 40 m<sup>2</sup> (Figura 27). Siguiéndole la especie *Tabebuia rosea* con promedio de 30.4 m<sup>2</sup>. Comparando este valor con el obtenido por Benavides (2007) y Forte (2005) donde reportan que esta especie obtuvo valores de 16 y 20 m<sup>2</sup> cada uno. Se observa que estos resultados, son inferiores, al obtenido por el presente estudio, causa probable de ello, podría deberse a que esta especie es altamente demandante de luz, crece rápido en zonas abiertas, en sitios planos y es tolerante a suelos con mal drenaje e inundados.

La *Cedrela odorata* presentó un promedio de 10.2 m<sup>2</sup>. Comparada con los datos que reporta Forte (2005), donde esta especie obtiene un promedio de 13.5 m<sup>2</sup> en el área de copa, este valor supera el promedio obtenido por esta evaluación (Figura 28). Cabe mencionar que esta especie no tuvo suficiente sobrevivencia para poder trabajar los datos estadísticos (Anexo, 12.8).

La especie *Swietenia macrophylla* obtuvo el promedio más bajo, en comparación con las demás especies con tan solo 8.5 m<sup>2</sup>, para el área de copa. Por su parte Benavidez (2007), reporta un promedio de 2.6 m<sup>2</sup> para esta especie, el cual queda muy, por debajo del resultado que se obtuvo en esta evaluación, la probable causa de dicho resultado podría deberse a que esta especie, estuvo en competencia de luz, con otras especies las cuales obtuvieron mayor crecimiento en su área de copa.

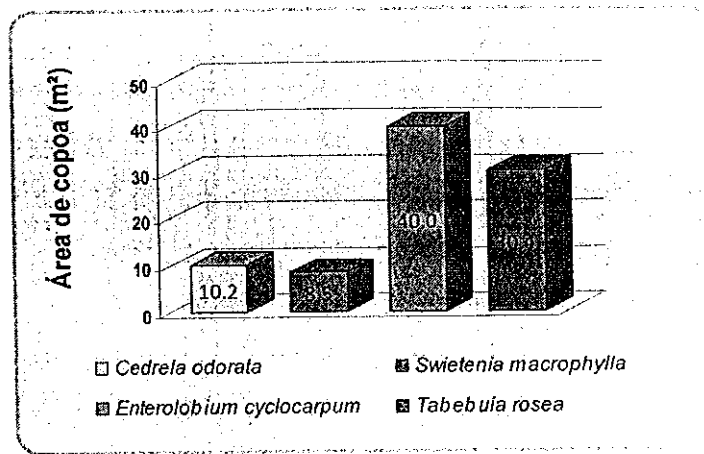


Figura 27. Área de copa entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.



#### 7.4.1 Área de copa por tratamiento y especie

La especie *Enterolobium cyclocarpum* presentó un promedio general de 40 m<sup>2</sup> en el área de copa, presentó diferencias significativas ( $p = .0001$ ), entre los riegos, y la fertilización influyó para el crecimiento del área de copa. En la parcela de riego los promedios fueron más heterogéneos, en los tratamientos R1-F2, R1-F0 y R1-F1 cuyos promedios fueron de: 30.3 m<sup>2</sup>, 30.4 m<sup>2</sup> y 40.6 m<sup>2</sup> respectivamente (Figura 28). En la parcela sin riego los promedios se comportaron de manera similar en R0-F2 con 39.3 m<sup>2</sup>, seguida de R0-F1 con 49.6 m<sup>2</sup> y el tratamiento con mayor crecimiento en el área de copa fue el R0-F0 con 49.8 m<sup>2</sup>, pero si hubo diferencia significativa ( $p = 0.0210$ ), por lo que el tratamiento sin fertilización y sin riego fue el más alto, por lo que el riego y fertilización no fueron determinantes para los valores obtenidos en esta evaluación.

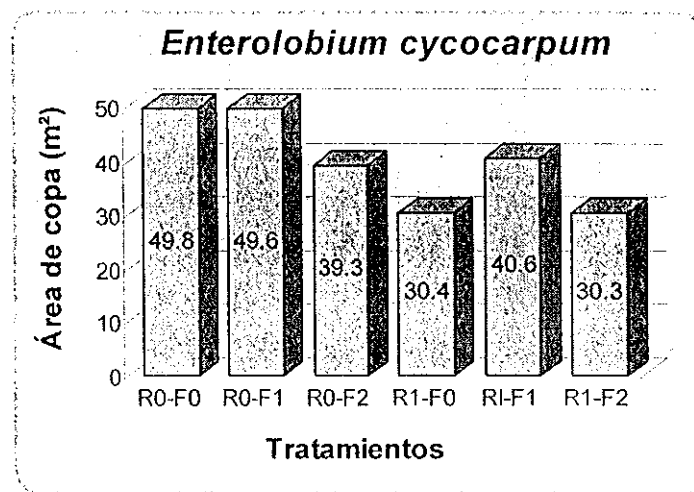
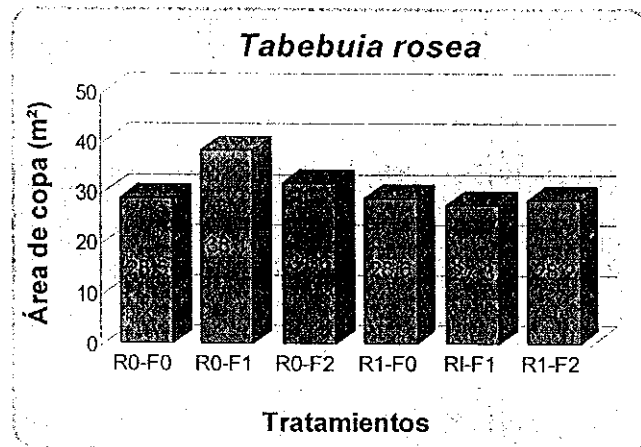


Figura 28. Área de copa para la especie *Enterolobium cyclocarpum* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

Respecto al área de copa de la *Tabebuia rosea*, las parcelas sin riego obtuvieron mayores rendimientos en los tratamientos R0-F1 con 38.1 m<sup>2</sup>, con 31.6 m<sup>2</sup> el R0-F2 y el R0-F0 con tan solo 28.5 m<sup>2</sup> (Figura 29), con una diferencia significativa alta ( $p = 0.0001$ ). Y para las parcelas de riego estadísticamente, no hubo diferencias significativas en las fertilizaciones F0 con 28.5 m<sup>2</sup>, seguida por orden de importancia el F1 con 27.3 m<sup>2</sup>, y finalmente el F2 con 28.2 m<sup>2</sup>.



**Figura 29.** Área de copa para la especie *Tabebuia rosea* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

El área de copa para la especie *Swietenia macrophylla*, en las parcelas sin riego se presentaron diferencias significativas ( $p = .0001$ ), con valores de 6.5 m<sup>2</sup> para F2, 10.9 m<sup>2</sup> para F1 y para F0 13.9 m<sup>2</sup> (Figura 30), para la parcela con riego también presentó diferencias significativas en cuanto a las fertilizaciones ver ( $p = .0001$ ), cuyos valores fueron: para F0 4.2 m<sup>2</sup>, F2 6.2 m<sup>2</sup> y F1 con 9.1 m<sup>2</sup>. (Anexo, 12.9) Los valores anteriores muestran que la fertilización pudo haber influido en el crecimiento, ya que los tratamientos de F1 fueron los más altos, pero si la fertilización realmente tuviera la influencia directa se esperaría que el tratamiento F2 fuera el más alto, pero esto no ocurrió así.

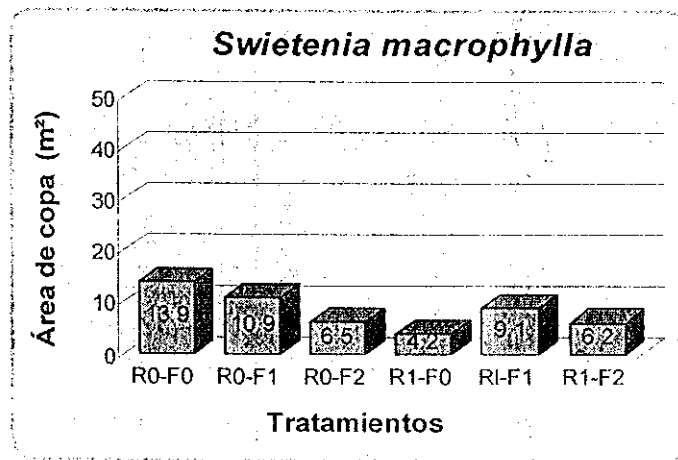


Figura 30. Área de copa para la especie *Swietenia macrophylla* dentro de los seis tratamientos de riego y los diferentes niveles de fertilización en la plantación experimental Costa de Jalisco.

## 7.5 Vigor por especies

La especie *Enterolobium cyclocarpum* presento mayor vigor exuberante, con 19%, en cuanto al vigor normal presento el 67% y el raquítico con 14%. Siguiéndole la especie *Tabebuia rosea* con vigor exuberante de 8%, normal con 87%, y esta especie presento el vigor raquítico, más bajo de todas las especies con tan solo 5.5%, comparada con los resultados de Forte (2005). donde obtiene porcentajes mayores, a los del presente trabajo, para el vigor exuberante obtuvo un promedio de 31%, en cuanto al vigor normal presento el 59% y el raquítico queda por debajo del resultado obtenido por este estudio con 9%, con estos datos se observa que la plantación de Colima Forte (2005) tuvo mejor comportamiento.

En cuanto a la especie *Swietenia macrophylla* esta presento un promedio de 7% en el vigor exuberante, para el vigor normal obtuvo el 58%, y en el vigor raquítico mostró el 35% (Figura 31). Comparando estos resultados con los obtenidos por Forte (2005), donde reporta un promedio de 17% para el vigor exuberante, 63% en vigor normal y el 19% de vigor raquítico, con estos resultados se concluye que el actual trabajo queda por debajo de los resultados obtenidos por este autor en cuanto al vigor exuberante y normal. pero en el vigor raquítico de esta evaluación supera al resultado de dicho autor. La causa probable de esto podría deberse a que esta especie es demandante de luz y es beneficiada por los campos abiertos King (1886), pero en este caso hubo mayor competencia con las especies *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* donde presentaron mayores porcentajes en alturas, diámetros y áreas de copas, por lo que se deduce que esto afecto al vigor de esta especie.

La especie *Cedrela odorata*, presento el vigor exuberante más bajo en comparación a las demás especies con promedio de 0.4%, el 37% fue para el vigor normal, el 62.6%, para el vigor raquítico, (Figura 31). En comparación con los datos que reporta Forte (2005), esta especie presento porcentajes de 26% en vigor exuberante, para el vigor normal 56% y para el vigor raquítico un 18%, estos resultados superan a los valores obtenidos por el presente trabajo, con excepción de el vigor raquítico el cual resultado con promedio más alto en esta evaluación, una de la probables causas de estos porcentajes bajos en el

presente trabajo, podría deberse a la presencia de daños ocasionados por el ataque de *Hypsiphyla grandella*, el cual retardo el crecimiento y desarrollo de esta especie, con esto se concluye que esta especie obtuvo el porcentaje más alto en el arbolado raquítico.

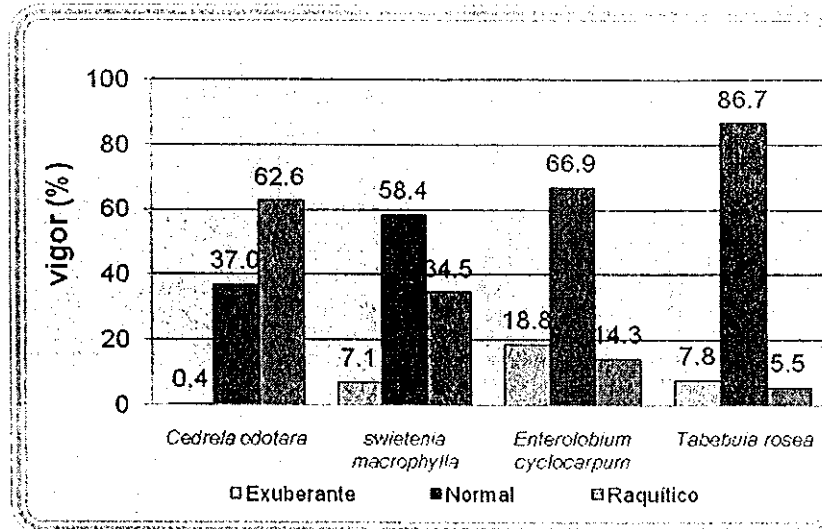


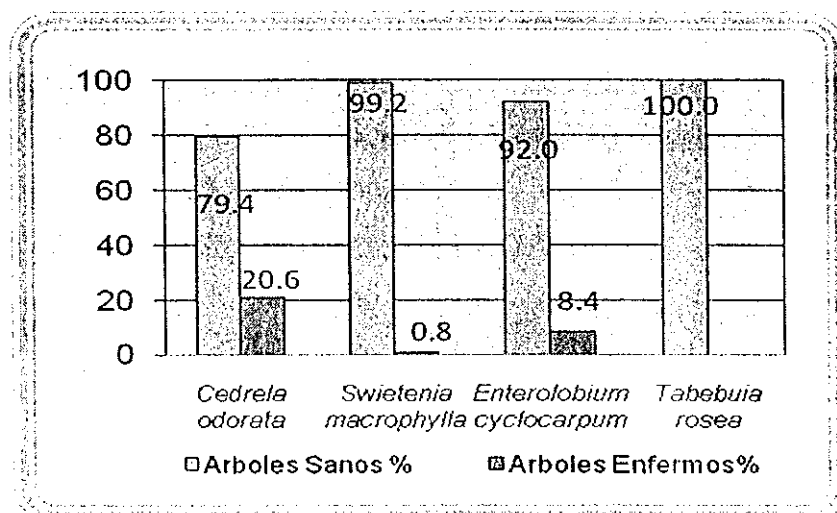
Figura 31. Comparación de vigores entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.

### 7.5.1 Vigor por tratamiento y especie

La especie *Enterolobium cyclocarpum* presento el porcentaje mayor, de vigor exuberante, en comparación a las demás especies con promedio de 19%. en general esta especie, se mostró con buen porcentaje, en el vigor exuberante y normal, en cuanto al vigor raquíptico se mostró con porcentajes regulares, comparado con las demás especies. Para el caso de *Tabebuia rosea* obtuvo un porcentaje general de 7.8% en el vigor exuberante, 86.7 de vigor normal y 5.5 de vigor raquíptico, cabe mencionar que esta especie fue la que presento el mayor porcentaje de vigor normal, comparada con las demás especies. En cuanto a la *Swietenia macrophylla* presento promedios de 7.1, 58.4, y 34.5 para vigor exuberante, normal y raquíptico respectivamente. La especie *Cedrela odorata* comparada con las demás especies, presento el más alto porcentaje del arbolado **raquíptico**, y el más bajo porcentaje de vigor exuberante.

## 7.6 Estado fitosanitario por especie

La especie que presentó el mayor porcentaje, de arbolado sano fue la *Tabebuia rosea* con promedio general de 100%, comparada con el trabajo de Benavides (2007), donde reporta un promedio general de 97% para arbolado sano y un 3% en arbolado enfermo para esta especie. Con estos resultados, se concluye que esta especie no presentó ningún problema de enfermedad, con lo cual se ve reflejado, el buen vigor presente en esta especie, cuyo porcentaje de arbolado exuberante fue de 7.8%, el normal de 86.7% y de raquítico solo el 5.5% (Figura 32).



**Figura 32.** Estado fitosanitario entre especies en la plantación del Sitio Experimental Costa de Jalisco.

Le siguió en orden de importancia la especie *Swietenia macrophylla* con promedio general de 99.2% en arbolado sano y el 0.8% de arbolado enfermo. Al comparar este resultado con el obtenido por Benavides (2007), donde reporta que esta especie presentó un porcentaje de 93% en arbolado sano y un 3% en el arbolado enfermo. Con estos resultados se observa claramente, que este trabajo supera los resultados de comparación en esta especie.

Después, siguió, la especie *Enterolobium cyclocarpum*, la cual mostró un comportamiento regular en comparación con las demás especies presentando un promedio de 92% en arbolado sano y 8% para el arbolado enfermo, como lo muestra la (Figura 32).

La especie *Cedrela odorata* obtuvo el porcentaje más bajo, de arbolado sano, con promedio de 79%, y el porcentaje más alto de arbolado enfermo con promedio de 21%, comparado con los resultados de Forte (2005) donde reportan promedios de 97% del arbolado sano y 3% del arbolado enfermo. La posible causa de este porcentaje podría deberse al daño causado por el ataque de *Hypsiphylia grandella*, para esta especie y para la *Swietenia macrophylla*, el agua retenida en el temporal de lluvia, la cual pudo haber provocado la existencia de hongos y otras enfermedades, entre otras.



## VIII. CONCLUSIONES

Con base a los resultados anteriores, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La especie que mejor se adaptó a las condiciones edafo-climáticas del Municipio, de la Huerta Jalisco, fue la *Tabebuia rosea*, presentando el porcentaje más alto, en la sobrevivencia con promedio de 97%.
- La *Swietenia macrophylla* mostró una sobrevivencia, bastante aceptable con promedio de 86%, a pesar de los daños provocados por los fenómenos naturales. En especial del Huracán Kenna, el cual a su paso, causó muchos daños, en algunas de las especies de esta plantación. Algunas de las especies desaparecieron, para lo cual fue importante la actividad de replante y reposición de estas especies. Esto se realizó, con la finalidad de uniformizar nuevamente la plantación, y así tener datos precisos al momento de su evaluación.
- La especie *Enterolobium cyclocarpum* obtuvo un 80% en sobrevivencia, este porcentaje fue regular comparado con la *Tabebuia rosea* y la *Swietenia macrophylla*, cabe mencionar que esta especie presentó los valores más altos en las variables, diámetro, altura, área de copa, así mismo obtuvo el mayor porcentaje de vigor exuberante, y un promedio de 92% para el arbolado sano.
- La especie *Cedrela odorata*, fue la que presentó el porcentaje más bajo de sobrevivencia con promedio de 30.5%, a este porcentaje tan bajo, se atribuye al ataque del barrenador de yemas apicales (*Hypsiphylia grandella*). Este insecto causa un gran daño, e incluso puede causar la muerte de las plantas, en especial de los géneros, de *Cedrela odorata* y de la *Swietenia macrophylla*. Esta plaga provoca daños, principalmente en los dos o tres primeros años de su etapa de desarrollo. Para que la especie pueda sobrevivir, tiene que desarrollar una nueva yema apical, de lo contrario causará su muerte.

- Para el crecimiento del diámetro, la especie que obtuvo el mayor porcentaje, fue: *Enterolobium cyclocarpum* con un valor de 35.5 cm, seguida de *Tabebuia rosea* con 22.3 cm, después *Cedrela odorata* con 13 cm y la *Swietenia macrophylla* con 11.3 cm. Es importante mencionar que: en la especie *Enterolobium* no influyo el riego ni la fertilización, también para la *Tabebuia* no influyo el riego ni la fertilización para su crecimiento, mientras que en la especie *Cedrela* se observa una ligera influencia que esta influenciada para la baja sobrevivencia. Para la especie *Swietenia* no influyo el riego ni la fertilización para su crecimiento en el diámetro.
- En la variable altura, dos de las cuatro especies, presentaron promedios altos con 12.8 m y 11.6 m para las especies *Tabebuia rosea*, y *Enterolobium cyclocarpum*, mientras que las otras dos mostraron valores bajos de 5.8 m y 5.6 m en las especies *Swietenia macrophylla*, y *Cedrela odorata*. La causa principal de variación de porcentajes, es por la constante competencia de luz, agua y principalmente los nutrientes necesarios para su crecimiento.
- Para el crecimiento en altura la influencia del riego y la fertilización también fueron poco significativos, con resultados similares al diámetro. La fertilización se aplica con la finalidad de aumentar la cantidad de nutrientes, mejorar la sobrevivencia y el crecimiento en las plantas. En este estudio se aplicaron tres elementos nutritivos clasificados como primarios, los cuales fueron: el Nitrógeno, Fósforo y Potasio. La principal función de Nitrógeno es acelerar el crecimiento y aumentar su producción, brindando un color verde sano a la especie. Mientras que el Fósforo estimula la formación y crecimiento de las raíces, además de estimular la floración y acelerar la madurez y formación de las semillas ayudando a obtener resistencia contra el efecto de bajas temperaturas. El Potasio, favorece la formación de hidratos de carbono y ayuda a la acumulación de órganos de reserva, con la finalidad de la regulación del consumo de agua en las plantas, favoreciendo a la resistencia de las plantas a la sequía, el frío y los parásitos.

- El área de copa tampoco obtuvo una influencia directa a la aplicación del riego y la fertilización, más bien el área de copa estuvo influenciada para las características naturales de la especie y la competencia que se presentó entre ellas.
- La especie *Tabebuia rosea* obtuvo el porcentaje más alto en vigor normal con promedio de 86.7%, el vigor exuberante fue de 7.8% y el raquítico con 5.5%, *Enterolobium cyclocarpum* presentó promedio de 66.9% para el vigor normal, 18.8% de vigor exuberante y 14.3% de vigor raquítico. Mientras que la *Swietenia macrophylla* presentó un porcentaje de 58.4% de vigor normal, 7.1% de exuberante y 34.5% de vigor raquítico. La especie *Cedrela odorata*, fue la especie que presentó los promedios más bajos en cuanto a los vigos, normal y exuberante con promedios de 29.1%, 0.3%, mientras que para el vigor raquítico obtuvo el porcentaje más alto en comparación a las demás especies con promedio de 42.8%. Con lo que se concluye que esta especie, fue la más afectada en cuanto al vigor y una probable influencia fue el ataque de *Hypsiphylia grandella* .
- La sanidad de la toda la plantación se considera buena, ya que las especies presentan una sanidad por arriba del 90%, con excepción de la *Cedrela odorata* la cual presenta un porcentaje de 79.4% para el arbolado sano y un 20.6% de arbolado enfermo, mientras que las especies *Enterolobium cyclocarpum* y *Swietenia macrophylla* presentaron porcentajes bajos sobre el arbolado raquítico con promedios de 8.4% y 0.8% cada uno.

Con todos estos resultados, se llega a una conclusión que si es recomendable establecer plantaciones en la Huerta Jalisco con especies como: parota o rosa morada, para el cedro y caoba se tienen que tener cuidados muy especiales con la finalidad de mejorar los aspectos de sobrevivencia, sanidad y crecimientos, para que puedan obtener mejores desarrollos que los observados en este estudio.

Otro aspecto importante a considerar es la importancia de la investigación científica, la cual se ha dado a la tarea, de tratar de anticipar, las tendencias que pueden corregirse, mediante técnicas, sobre el establecimiento y manejo sobre plantaciones forestales, dichas técnicas pueden ser utilizadas y servir de referencia para productores, empresarios, agricultores etc. con la finalidad de obtener rendimientos y beneficios satisfactorios. Y poder fomentar el desarrollo de la industria forestal mediante el incremento de materia prima.

## IX. RECOMENDACIONES

En base a los resultados observados en esta evaluación, se recomienda:

- Primeramente realizar un análisis de suelo, esto, con la finalidad de saber, la calidad de suelo, presente en el área o terreno que se desea utilizar. Y así poder decidir, que elementos (fertilizantes) pudieran incorporarse, en dicha área o terreno, esto se hace, con la intención de brindarles elementos nutritivos a las plantas y sea más fácil su asimilación para estas, ya que Estos elementos son aprovechados por las plantas para obtener un crecimiento y desarrollo aceptable.
- Se recomienda hacer ensayos de procedencia y pruebas de viabilidad sobre la semilla que se va a utilizar. Pero si la planta se extrae de vivero es importante preguntar de donde proviene la semilla.
- Antes de elegir las especies que se van a utilizar, es recomendable tomar en cuenta las condiciones ambientales y edáficas que requieren estas especies y así se obtiene mayor porcentaje de sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de las mismas.
- Una vez establecida la plantación es importante, que durante los primeros años se realice un control de maleza en el primero y segundo año, esto se para evitar la competencia de luz solar y los nutrientes presentes en el área de la plantación.
- Es importante observar y registrar el crecimiento y rendimiento de las especies. Para poder tomar decisiones y brindar un buen manejo sobre la plantación.
- Es recomendable establecer plantaciones de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* en conjunto con otras especies, con el objeto de evitar el ataque (*Hypsiphylia grandella*), y no cause, gran impacto sobre la plantación.

## X. LITERATURA CONSULTADA

- Batllori G. A. 2001. Los problemas Ambientales del Estado de Morelos: educación como parte de la Solución. Instituto Nacional de Ecología. Gaceta Ecológica. No 061. DF. México. 47-60.
- Benavidez U., G. 2007. Crecimiento de Altura y Diámetro de Seis Especies Tropicales en una Plantación Experimental, La Huerta, Jalisco. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales y Agropecuarios. Autlán de Navarro, Jalisco, México.
- Bernal T., C. 2006. Metodología de la investigación. Para la administración, economía, humanidades y ciencias sociales. (Ed.) Pesaron educación. México. 304 p.
- Bertol. DC. 1845. *Tabebuia rosea*. Publicado en *Prodromus Ystematis Naturalis Regni Vegetabilis* 9: 215 – 1845.
- Colegio de Posgraduados. 2006. Prodeplan. Ejercicio Fiscal 2005. Evaluación del Programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. Comisión Nacional Forestal.
- Contreras M., W. 2005. Conceptualización y propuesta taxonómica de productos forestales desde la visión del diseño ambientalmente integrado. Boletín de información técnica No. 236.
- Corona, M. J., Benavides, S.J. de D., Rueda, S.A. y Gallegos, R. A. 2004. Comparación del Crecimiento de Cuatros Especies Forestales Tropicales en una Plantación Experimental en Santiago Ixcuintla, Nayarit. Memorias VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. UACH. 478 p.
- Claude F., J. 1997. Viveros de la producción a la plantación. Innovaciones Técnicas Productos Mercados. (Ed). Mundi-Presa. Madrid-Barcelona-México. 439 p.
- Cruz M., S. 2004. Financiamiento para el establecimiento de plantaciones forestales. Plantaciones Forestales compiladores: Baldemar Arteaga Martínez; Miguel Ángel Musalem Santiago. Universidad Autónoma. 2004. Chapingo. 523-531. México.

- Daniel P., P. 1996. Métodos de plantación con: *Pinus devoniana* Lindl. En el campo experimental Bosque Escuela. Tesis profesional. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 56 p.
- Diccionario Forestal, Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2005. (Ed.) Mundi-Prensa, Madrid, España. 1314p.
- Diccionario. Consultado el 10/08/07 <http://www.laesferaverde.cl/dic.htm>.
- FAO. 1990. Glosario de Términos Fitosanitarios de la FAO, Boletín fitosanitario de la FAO, 38 (1) 1990: 5-23.
- Forte C., R. 2005. Evaluación dasométrica de 4 especies tropicales en una plantación experimental en Tecomán, Colima, México. Tesis profesional. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 68 p.
- Fuentes Y., J. L. 2002. Manual practico sobre utilización de suelo y fertilizantes. Ed. Mundi- prensa. Barcelona. España. 80-120 p.
- Francis K., J. 1988. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Guanacaste, earpod-tree. SO-ITF-SM-15. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- Greenpeace. 2004. El gobierno es culpable de la desaparición de bosques y selvas en México. Boletín 0403. México. Consulta 10/junio/2007.
- <http://www.greenpeace.org/mexico/press/releases/el-gobierno-es-culpable-de-la>
- Hernández A., J; Villavicencio G., R y Flores M., A. 1994. Manual de Plantaciones Forestales y Urbanas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 7-8 p.
- Ignacio E., Sappänen P., y Trevizol G. 1996. Plantaciones forestales en México: Una alternativa para el manejo sustentable de los recursos naturales.

Consulta en Bosques y plantaciones forestales. Cuadernos agrarios número 14 nueva época. (Ed.) Friedrich Ebert Stiftung, Tlalpan D.F. 175 p.

INIFAP. Tecnología No 7. El Cedro, Establecimiento y Manejo en la Huasteca Potosina. Campo Experimental: Huichihuayan. Distrito del Desarrollo Rural: 131. San Luis Potosí.

<http://images.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.oeidrus-slp.gob.mx/oeidrus/images/tecnologianueva/forestal06i.jpg&imgrefurl=http://www.oeidrus-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php%3Fidt%3D108&h=283&w=369&sz=18&hl=es&start=1&um=1&tbnid=ODAg7vAmJ6EmWM:&tbnh=94&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3Dbarrenador%2Bde%2Bcedros%26um%3D1%26hl%3Des>

King. 1886. *Swietenia macrophylla*. Icones Plantarum Indiae Orientalis ser. 3, 6: pl. 1550. 1886.

Ladrach W., E. 1992. Técnicas Para el Establecimiento de Plantaciones Forestales en la América Tropical. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Carolina del Norte, EE. UU. 9 p.

Lara M., L. C. 1999. El Ecoturismo: ¿Una Opción para las Reservas Forestales? Caso: Unidad Experimental de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Plan II de Formación de Personal de Relevo, Mérida-Venezuela. Rev. Forest. Venez. 43(1), 69-78. 10p.

Manzanilla B., H., Martínez D., M., y Moreno M., Alfredo. 2001. Monografías de Especies Nativas Promisoras para el Establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco Cedro rojo y Rosa morada. Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco. Documento Técnico 31. PRODEF. Ciclo Económico Forestal. Guadalajara Jalisco, México.

Martínez R., L. A. 2005. *Leucaena lanceolata* (Watson) Especie Forestal Nativa, con Potencial para ser Introducida en Sistemas Silvopastoriles. Tesis Profesional. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 67 p.



- Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. 1998. Descripción del Sector Forestal las Agujas, Zapopan, Jal. 40 p.
- Padilla G., H. 1881. Glosario práctico de términos forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. Cuaderno Universitario Serie Agronomía No.3. 85 p.
- Patiño V., F. 1994. Algunas Experiencias de Investigación y Desarrollo de Tecnologías para Plantaciones forestales. Plantaciones: Producir para Conservar. Plantaciones forestales IV Reunión Nacional. Memoria. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. 548 p.
- Pennington. T.D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles Tropicales de México. UNAM. y fondo de Cultura Económica. 523p.
- Rodríguez T., D.A. 2007. Los Árboles de Calidad para la Reforestación. CAMAFU (Comunidad de Aprendizaje de Manejo del Fuego). Consulta 9/11/2007.  
[http://www.imacmexico.org/ev\\_es.php?ID=41599\\_201&ID2=DO\\_TOPIC](http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=41599_201&ID2=DO_TOPIC).
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. Contr. Univ. Mich. Herb. 9: 1-123.
- Sánchez L., A. A. y Rebollar S. D. 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. Madera y Bosques 5(2), 1999:3-17.
- SARH. SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS.1994. Inventario Nacional Periódico 1992-1994. Consulta 15/10/2007.  
[www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/Deforestacion\\_Mexico/cemda-1.PDF](http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/Deforestacion_Mexico/cemda-1.PDF)
- Semarnat. 2002. Cifras de Deforestación en México. Consulta (22/09/2007).  
<http://www.mexicoforestal.gob.mx/editorial.php?id=15>
- Semarnat. 2007. Manejo sustentable de los recursos forestales no maderables. Durango. Informe de labores 2007. Consulta (10/10/2007).

<http://portal.semarnat.gob.mx/estados/durango/Documents/Informe%20de%20Labores%202007/1.2.pdf>

Serrano G., E. 2002. Contribución al conocimiento del México forestal. Revista de Información y Análisis, núm.22. (SEMARNAT). Consulta 22/julio/2007. <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/Articulos/ambientales/forestal.pdf>

Séve, J. 2001. Punto de Vista la Inversión de las Plantaciones. OIMT Actualidad Forestal Tropical. Washington DC, USA. 2 p.

Torres Rojo J., M. y Magaña T., O. S. 2001. Evaluación de Plantaciones Forestales. (Ed.) Limusa, México. 472 p.

UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León. 2004. Evaluación Externa "Programa Para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales" (PRODEPLAN) Ejercicio Fiscal 2003 Resumen Ejecutivo.

Wormald T.J. 1995. Plantaciones Forestales Mixtas y Puras de Zonas Tropicales y Subtropicales. Organización de las naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Estudio de FAO Departamento de Montes. Italia, Roma. 166p. Consulta 07/11/2007. Secretaría de desarrollo agropecuario. <http://www.guanajuato.gob.mx/sda/articulos/plantaciones.htm>

## **XI. GLOSARIO**

### **Crecimiento**

Desde el punto de vista biológico, es simplemente el desarrollo o aumento de tamaño de un organismo. Silvicolamente hablando, es el fenómeno de desarrollo de un árbol o masa forestal que se observa en ellos íntegramente. Este desarrollo puede ser en diámetro, altura, área, área basimétrica y volumen (Diccionario Forestal, 2005).

### **Dasonomía**

(**Dasos:** bosques y **nomos:** ley). Ciencia Forestal que trata de las relaciones de los bosques y el bienestar humano. Constituye la ciencia y el arte de controlar, proteger, producir y utilizar los bosques, a partir de su existencia y utilización con el fin de lograr los óptimos beneficios posibles para el hombre, beneficios que pueden ser tangibles o intangibles (Padilla, 1981).

### **Dasometría**

Rama de la Dasonomía o Ciencia Forestal que estudia la medición de los bosques o de los productos, a través de las dimensiones de los elementos que los constituyen; considerándose tales elementos a los árboles o a las partes de estos que serán aprovechados en alguna forma (Padilla1981).

### **Deforestación**

La deforestación es un fenómeno que se ha manifestado gradualmente y se ha agudizado en los últimos años, trayendo como consecuencia una reducción notable en la superficie de las selvas de México y del mundo. Las causas son: cambio de uso del suelo para agricultura, fruticultura, ganadería, asentamientos humanos, construcción y funcionamiento de vías de comunicación (principalmente carreteras); en la construcción de presas, explotación del subsuelo, turismo; aprovechamientos inadecuados de los recursos forestales, sobreexplotación selectiva de pocas especies, desconocimiento de tecnologías para el aprovechamiento de maderas principalmente duras tropicales fenómenos meteorológicos (principalmente

huracanes y ciclones), incendios, plagas, enfermedades (Toledo, 1992; Schmink, 1995; Santos, 1997; citado por Sánchez, L. y Rebollar D. 1999).

### **Dendrometría**

Determinación de las dimensiones, forma, crecimiento y edad de los árboles individuales y de las dimensiones de sus productos, en especial en rollos y de madera aserrada (Diccionario Forestal, 2005).

### **Desarrollo**

Evolución en el tiempo de un organismo vivo, desde la fase embrionaria hasta que alcanza la edad de reproducción y cesa el crecimiento (Diccionario Forestal, 2005).

### **Plantación**

Es el establecimiento de una cubierta arbórea en un área determinada, a través de la cual se asegura la sobrevivencia de una densidad mínima de plantas por hectárea que, en definitiva, debe dar origen a un bosque (Diccionario <http://www.laesferaverde.cl/dic.htm>).

### **Plantar**

Todas las operaciones para la colocación de plantas en un medio de crecimiento para asegurar su posterior crecimiento, reproducción o propagación (FAO, 1990).

## XII. ANEXOS

### 12.1 Descripción de los síntomas provocados en la planta por la insuficiencia o exceso de elementos nutritivos (según Penningsfeld et al., 1966; Bossard, 1960; citado por Claude, 1997)

ELEMENTO	INSUFICIENCIA	EXCESO
NITROGENO (N)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Follaje amarillento de modo uniforme.</li> <li>•Tallos delgados.</li> <li>•Vegetación insuficiente</li> <li>•Raíces muy largas, poco ramificadas, blancas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estimulación del crecimiento de las hojas e costa de las flores.</li> <li>•En casos graves, clorosis de los bordes de las hojas hasta entre los nervios, teniendo a necrosis y desecación.</li> <li>•Exceso de presión osmótica: marchites.</li> <li>•Necrosis radicular.</li> <li>•Poco crecimiento.</li> </ul>
FOSFORO (P)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Enrojecimiento del tallo y del peciolo de las flores; ángulo de los nervios muy agudo; acortamiento de los entrenudos.</li> <li>•Enanismo general de la planta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Amarillamiento general: ennegrecimiento de las extremidades y borde de las hojas, seguido de necrosis.</li> <li>•Se parece a una carencia potásica.</li> </ul>
POTASIO (K)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clorosis, después ennegrecimiento de los bordes del limbo de las hojas de base, pudiendo extenderse entre los nervios y evolucionando hacia la necrosis.</li> <li>•Hojas jóvenes más o menos enrolladas</li> <li>•Crecimiento disminuido.</li> <li>•Raíces amarillo pálido, poco ramificadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sin síntomas específicos.</li> <li>•Marchites provocada por exceso de presión osmótica.</li> <li>•Necrosis radicular.</li> <li>•Poco crecimiento.</li> </ul>

**12.2 Claves para la toma de datos dasométricos e inventario de arbolado en las plantaciones forestales la Huerta Jalisco.**

<b>Riego</b>		<b>Fuste</b>	
Sin riego	0	Recto	0
Con riego	1	Inclinado	1
<b>Fertilización</b>		<b>Daños mecánicos</b>	
Sin fertilización	0	Sin daños	0
Con fertilización (a)	2	Rayado	1
Con fertilización (b)	3	Huracán	2
		Animal	3
		Hombre	4
		Quemado	5
		Otros	6
<b>Especies</b>		<b>Ubicación del daño</b>	
Cedro	1	Astillado	1
Caoba	2	Despuntado	2
Parota	3	Desramado	3
Rosamorada	4	Cinchado	4
		Descortezado	5
<b>Estado del árbol</b>		<b>Grado del daño</b>	
Vivo	1	Leve	1
Muerto	2	Medio	2
		Severo	3
<b>Causa de muerte</b>		<b>Estado fitosanitario</b>	
Plaga	1	Sano	1
Enfermedad	2	Enfermo/plagado	2
Rayo	3		
Huracán	4		
Desconocido	0		
<b>Bif. (Bifurcación)</b>		<b>Agente causal</b>	
No Bifurcado	0	Barrenador de brotes y yemas	1
Bifurcado	1	Fungosis en tallo y ramas	2
		Fungosis en la base	3
		Descortezador	4
		Defoliador	5
		Muérdago	6
		Bacteriosis o virosis	7
		Desconocido	8
<b>No. Bif</b>	<b>Número de bifurcaciones</b>	<b>Vigor</b>	
<b>Alt. Bif.</b>	<b>Altura de la bifurcación</b>	Exuberante	1
<b>DAP</b>	<b>Diámetro a la altura de pecho 1.30 m</b>	Normal	2
<b>DT.</b>	<b>Diámetro de tocón 0.30m</b>	Raquíptico	3
<b>Dist Dist.</b>	<b>Distancia horizontal en metros a la cual se toma la altura del arbolado</b>		

12.3 Evaluación de alturas, diámetros y sobrevivencias sobre la especie *Enterolobium cyclocarpum*, en tres diferentes países.

País	Identificación de la parcela	Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (cm)	Sobrevivencia (%)	Tipo de suelo	Referencia
México	En el Sur de México	8 años	8	12			(Bertoni, 1980) citado por Francis (1988)
	1	8.5	7.1	10.8	69		(Bauer, 1982) citado por Francis (1988)
	2	8.5	7.6	11.9	75		
	3	8.5	8.3	13.2	81		
	4	8.5	7.8	13.4	81		
Costa Rica		7.5	11 a 16	8 a 11			(Camacho, 1981) citado por Francis (1988)
	105	8	11.4	16.6	baja		(Burkart, 1952) citado por Francis (1988)
	107	7.5	10.4	12.7	baja		
	302	8	8.1	11.5			
Puerto Rico		5	6			Suelos derivados de granito	(Geary et al, 1972) citado por Francis (1988)
		25	18	42	24	Suelos derivados de granito y otras plantaciones en piedra caliza	
	PAE*	5	6		79		(Fournier et al, 1977) citado por Francis (1988)
	PAE	25	18	42	24		†

PAE\* = Prueba de adaptabilidad de especies.

† Pruebas de adaptabilidad de especies en suelos y de piedra caliza; información inédita archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

**12.4 Análisis de varianza de diámetro del modelo general para las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*.**

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM  
 Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
rep	3	1 2 3
riego	2	0 1
fert	3	0 1 2
especie	4	Caoba Cedro Parota Rosamora

Número de observaciones leídas 1177  
 Número de observaciones usadas 954

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM

Variable dependiente: dap

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	92183.0678	2633.8019	69.42	<.0001
Error	918	34827.5079	37.9385		
Total correcto	953	127010.5756			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dap Media
0.725790	28.13019	6.159421	21.89612

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
rep	2	964.78774	482.39387	12.72	<.0001
riego	1	127.95154	127.95154	3.37	0.0666
rep*riego	2	188.95644	94.47822	2.49	0.0834
fert	2	82.44684	41.22342	1.09	0.3378
riego*fert	2	98.72396	49.36198	1.33	0.2727
rep*riego*fert	8	554.79598	69.34950	1.83	0.0684
especie	3	87357.82537	29119.27512	767.54	<.0001
riego*especie	3	455.90531	151.96844	4.01	0.0076
fert*especie	6	647.24524	107.87421	2.84	0.0055
riego*fert*especie	6	350.43646	58.40608	1.54	0.1621



## 12.5 Análisis de varianza de diámetro del modelo general para los tratamientos de riego y fertilización en la especie *Tabebuia rosea*.

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM  
 Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
riego	2	0 1
fert	3	0 1 2

Número de observaciones leídas 293  
 Número de observaciones usadas 286

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM

Variable dependiente: dap

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	194.119783	38.823957	2.48	0.0324
Error	280	4390.056440	15.678773		
Total correcto	285	4584.176224			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dap Media
0.042346	17.78469	3.959643	22.26434

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
riego	1	100.9774970	100.9774970	6.44	0.0117
fert	2	48.2580853	24.1290427	1.54	0.2164
riego*fert	2	45.0557628	22.5278814	1.44	0.2394

Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para dap

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	Número de observaciones	riego
A	22.8503	145	1
B	21.6617	141	0

-----riego=0-----

Procedimiento GLM  
 Medias de cuadrados mínimos  
 Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
fert	3	0 1 2

Número de observaciones leídas 145  
 Número de observaciones usadas 141

Variable dependiente: dap

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	46.530709	23.265355	2.17	0.1179
Error	138	1478.882482	10.716540		
Total correcto	140	1525.413191			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dap Media
0.030504	15.11244	3.273613	21.66170

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
fert	2	46.53070941	23.26535471	2.17	0.1179

Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para dap

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Waller Agrupamiento	Media	Número de observaciones	fert
A	22.3978	46	2
A	21.6187	48	1
A	20.9851	47	0

-----riego=1-----

Procedimiento GLM  
 Medias de cuadrados minimos  
 Información de nivel de clase  
 Clase Niveles Valores  
 fert 3 0 1 2

Número de observaciones leídas 148  
 Número de observaciones usadas 145

Variable dependiente: dap

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	46.588524	23.294262	1.14	0.3239
Error	142	2911.173958	20.501225		
Total correcto	144	2957.762483			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dap Media
0.015751	19.81514	4.527628	22.85034

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
fert	2	46.58852443	23.29426221	1.14	0.3239

Procedimiento GLM  
 Medias de cuadrados minimos

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
0	23.2708333	1
1	22.0571429	2
2	23.2395833	3

Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para dap  
 Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Waller Agrupamiento	Media	Número de observaciones	fert
A	23.2708	48	0
A	23.2396	48	2
A	22.0571	48	1

**12.6 Análisis de varianza de altura del modelo general para las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*.**

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM  
 Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
rep	3	1 2 3
riego	2	0 1
fert	3	0 1 2
especie	4	Caoba Cedro Parota Rosamora

Número de observaciones leídas 1177  
 Número de observaciones usadas 954

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM

Variable dependiente: at

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	9935.35459	283.86727	76.45	<.0001
Error	919	3414.62839	3.71559		
Total correcto	954	13349.98297			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	at Media
0.744222	20.14572	1.927587	9.568220

Cuadrado de Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
rep	2	82.108412	41.054206	11.05	<.0001
riego	1	30.737657	30.737657	8.27	0.0041
rep*riego	2	2.386190	1.193095	0.33	0.7254
fert	2	36.317165	18.158583	4.89	0.0077
riego*fert	2	16.744109	8.372055	2.25	0.1056
rep*riego*fert	8	91.405293	11.425662	3.09	0.0020
especie	3	9259.452190	3089.817300	831.59	<.0001
riego*especie	3	109.157635	36.385878	9.79	<.0001
fert*especie	6	59.667115	9.944519	2.69	0.0140
riego*fert*especie	6	36.392822	6.065470	1.63	0.1350

## 12.7 Análisis de varianza de altura del modelo general para los tratamientos de riego y fertilización en la especie *Tabebuia rosea*.

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM  
 Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
riego	2	0 1
fert	3	0 1 2

Número de observaciones leídas 293  
 Número de observaciones usadas 286

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM

Variable dependiente: at

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	39.185694	7.837139	1.84	0.1051
Error	280	1192.551474	4.259112		
Total correcto	285	1231.737168			

R-cuadrado 0.031813    Coef Var 16.19036    Raiz MSE 2.063762    at Media 12.74685

Fuente	Tipo	Cuadrado de III SS	la media	F-Valor	Pr > F
riego	1	23.93634240	23.93634240	5.62	0.0184
fert	2	9.29210017	4.64605009	1.09	0.3374
riego*fert	2	5.86612400	2.93306200	0.69	0.5031

-----riego=0-----

Procedimiento GLM  
 Medias de cuadrados minimos

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
fert	3	0 1 2

Número de observaciones leídas 145  
 Número de observaciones usadas 141

Variable dependiente: at

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	10.2428527	5.1214263	1.56	0.2132
Error	138	452.1315090	3.2763153		
Total correcto	140	462.3743617			

R-cuadrado 0.022153    Coef Var 14.53615    Raiz MSE 1.810059    at Media 12.45213

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
fert	2	10.24285268	5.12142634	1.56	0.2132

Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para at

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Waller Agrupamiento	Media	Número de observaciones	fert
A	12.8380	46	2
A	12.2936	47	0
A	12.2375	48	1

-----riego=1-----

Procedimiento GLM  
Medias de cuadrados mínimos

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
fert	3	0 1 2

Número de observaciones leídas	145
Número de observaciones usadas	145

Variable dependiente: at

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	4.7853109	3.3926555	0.46	0.6329
Error	142	740.4199649	5.2142251		
Total correcto	144	745.2052759			

R-cuadrado	Coef Var	Ratio MSE	at Media
0.006421	17.52096	2.283463	13.93345

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
fert	2	4.78531094	3.39265547	0.46	0.6329

Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para at

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Waller Agrupamiento	Media	Número de observaciones	fert
A	13.2314	48	0
A			
A	13.9755	48	2
A			
A	13.7539	49	1

12.8 Análisis de varianza de área de copa del modelo general para las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*.

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM  
 Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
rep	3	1 2 3
riego	2	0 1
fert	3	0 1 2
especie	4	Caoba Cedro Parota Rosamora

Número de observaciones leídas 1177  
 Número de observaciones usadas 688

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM

Variable dependiente: areacopa

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	31	134958.3185	4353.4941	30.76	<.0001
Error	656	92844.7019	141.5316		
Total correcto	687	227803.0204			

R-cuadrado 0.592434    Coef Var 45.69407    Raiz MSE 11.89670    areacopa Media 26.03555

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
rep	2	2736.5722	1368.2861	9.67	<.0001
riego	1	988.9797	988.9797	6.99	0.0084
rep*riego	2	1132.6954	566.3477	4.00	0.0227
fert	2	3205.8122	1602.9061	11.33	<.0001
riego*fert	2	834.8638	417.4319	2.95	0.0531
rep*riego*fert	7	1757.6186	251.0884	1.77	0.0892
especie	3	110299.4291	36766.4764	259.78	<.0001
riego*especie	3	2108.9599	702.9866	4.97	0.0020
fert*especie	5	1775.7353	355.1471	2.51	0.0290
riego*fert*especie	4	2674.4577	668.6144	4.72	0.0019

## 12.9 Análisis de varianza de área de copa del modelo general para los tratamientos de riego y fertilización en la especie *Tabebuia rosea*.

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM  
 Información de nivel de clase  
 Clase Niveles Valores  
 riego 2 0 1  
 fert 3 0 1 2

Número de observaciones leídas 293  
 Número de observaciones usadas 267

Sistema SAS  
 Procedimiento GLM

Variable dependiente: areacopa

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	3989.57710	797.91542	6.80	<.0001
Error	261	30624.03719	117.33348		
Total correcto	266	34613.61429			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	areacopa Media
0.115260	35.45273	10.83206	30.55352

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
riego	1	1465.555189	1465.555180	12.49	0.0005
fert	2	815.823303	407.911652	3.48	0.0324
riego*fert	2	1413.900337	706.950169	6.03	0.0028

### Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para areacopa

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	Número de observaciones	riego
A	33.431	124	0
B	28.059	143	1

-----riego=0-----  
 Procedimiento GLM  
 Medias de cuadrados mínimos  
 Información de nivel de clase  
 Clase Niveles Valores  
 fert 3 0 1 2  
 Número de observaciones leídas 145  
 Número de observaciones usadas 124

Variable dependiente: areacopa

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3928.21261	1014.10630	9.51	0.0001
Error	121	12908.26323	106.67986		
Total correcto	123	14936.47583			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	areacopa Media
0.135785	36.89551	10.32859	33.43073

### Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para areacopa

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Waller Agrupamiento	Media	Número de observaciones	fert
A	38.295	48	1
B	31.619	45	2
B	28.529	31	0

-----riego=1-----

Procedimiento GLM  
Medias de cuadrados mínimos

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
fert	3	0 1 2

Número de observaciones leídas	148
Número de observaciones usadas	143

Variable dependiente: areacopa

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	44.73316	22.36658	0.18	0.8382
Error	140	17715.77396	126.54124		
Total correcto	142	17760.50712			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	areacopa Media
0.002519	40.09129	11.24906	28.05860

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
fert	2	44.73316084	22.36658042	0.18	0.8382

Prueba de Waller-Duncan K-ratio t para areacopa

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Waller Agrupamiento	Media	Número de observaciones	fert
A	28.646	47	0
A	28.243	47	2
A	27.318	49	1