

2
01
T(255)

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL USAC.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Sección de Tesis

"ANALISIS DE GERMINACION DE TECA
(Tectona grandis), ESPECIE CON
GRANDES POSIBILIDADES DE REFORESTACION
EN GUATEMALA"

TESIS

Presentada a la

Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por:

LUIS FERNANDO PADILLA MENA

en el acto investidura de

INGENIERO AGRONOMO

en el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

BIBLIOTECA

Guatemala, ~~junio de 1977~~ **DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ANALISIS DE GERMINACION DE TECA
(*Tectona grandis*), ESPECIE CON
GRANDES POSIBILIDADES DE REFORESTACION
EN GUATEMALA"

LUIS FERNANDO PADILLA MENA

Guatemala, junio de 1977

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector

Dr. Roberto Valdeavellano

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano en Funciones	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal Primero:	
Vocal Segundo:	Dr. Antonio Sandoval
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Sergio <u>Mollinedo</u>
Vocal Cuarto:	P. A. Laureano Figueroa
Vocal Quinto:	P. A. Carlos Leonardo Loyo
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado Cabarrus

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Caslos F. Estrada C.
Examinador:	Vocal 3° de J. D. Ing. Agr. Carlos G. Aldana
Examinador:	Ing. Agr. Jorge Mario del Valle
Examinador:	Ing. Agr. Fulgencio <u>Garravito</u>
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda

Guatemala, 15 de junio de 1977

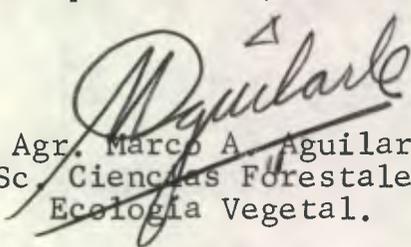
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada,
GUATEMALA.

Señor Decano:

Por medio de la presente me es grato informar a usted, que revisado el trabajo de tesis del Br. Luis Fernando Padilla Mena, titulado "ANALISIS DE GERMINACION DE SEMILLA DE TECTONA GRANDIS, ESPECIE CON GRANDES POSIBILIDADES PARA REFORESTACION EN GUATEMALA", encontrándolo satisfactorio.

Considero dicha investigación, un trabajo pionero en el campo de las semillas forestales en Guatemala y por lo tanto, un valioso aporte en la metodología experimental forestal del país.

Sin otro particular, me suscribo deferentemente,



Ing. Agr. Marco A. Aguilar C.
Ms. Sc. Ciencias Forestales y
Ecología Vegetal.

ASESOR.

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES: Rubén Padilla Solares
Estela de Padilla
Martha Rosa M.de Sagastume

A MIS HERMANOS: Mario Rolando
Martha Edith
Ingrid Velma
Héctor Alfredo y
Lilia Estela

A MI HIJA: María Estela

A MIS TIOS: Graciela
Esperanza
Edgar
Lilia y
Herardo

A MIS ABUELOS: Ismael Mena (Q.E.P.D.)
Abigail Padilla vda.de Mena

A MI SOBRINO: Daniel Rolando

A MIS PRIMOS: Jorge Mario
Luis Alberto
Vaglia
César Eduardo

A MIS PADRINOS
DE GRADUACION: Ing. Agr.Busto Bruno Broi
Dr. Federico Castro
Lic. Rubén Posadas

A MIS FAMILIARES:

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:

A MIS AMIGOS:

Y ESPECIALMENTE A: Alba Luz Sarazán

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIAS

DEDICO ESTA TESIS:

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO NACIONAL CENTRAL PARA VARONES

AL INSTITUTO NACIONAL FORESTAL.

RECONOCIMIENTO

Quiero expresar mis agradecimientos al Ing. Agr. Marco Antonio Aguilar Cúmes, por su constante asesoramiento y orientación en el desarrollo de la presente investigación forestal.

AGRADECIMIENTO

Hago patente mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que en una u otra forma contribuyeron a la finalización del presente estudio, en forma especial:

Al Dr. Valentín Aguilar

A Carlos Zona

Al Dr. Federico Castro

A Doris López

A Mélida Muralles del Cid

Al Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

Al Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez

Al Ing. Agr. Jan Bauer

Al P. F. José María Aguilar Cumes

Al Instituto Nacional Forestal

Guatemala, junio de 1977

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador.

En cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: ANALISIS DE GERMINACION DE TECTONA - GRANDIS, ESPECIE CON GRANDES POSIBILIDADES DE REFORESTACION EN GUATEMALA, como último requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato suscribirme muy respetuosamente,

Luis Fernando Padilla Mena

CONTENIDO

Página

CAPITULO I:

1.0	Introducción	1
2.0	Objetivos de la presente Investigación	4
3.0	Justificaciones	4

CAPITULO II:

2.0	Revisión de Literatura	5
2.1	Posibilidades de Manejo Forestal en los bosques de Guatemala	5
2.2	La Reforestación	7
2.3	Descripción botánica de Tectona grandis	9
2.3.1	Arbol	9
2.3.2	Sistema Radicular	10
2.3.3	Hojas	10
2.3.4	Inflorescencia	11
2.3.5	Frutos	11
2.4	Ecología de la Especie	12
2.4.1	Requerimientos Climáti- cos	13
2.4.2	Topografía	14
2.4.3	Suelos	14
2.5	Localización de Rodales de Teca en Guatemala	14
2.6	Recolección, Almacena- miento y Germinación de las Semillas	15
2.7	Tratamientos de la Semilla	
2.7.1	Acidos	
2.7.2	Remojamiento	19
2.7.3	Agua con Cal	19
2.8	Otros Métodos de Escari- ficación	19
2.9	Testigo	19
2.10	Manejo en el Vivero	20
2.11	Plantación	20
2.11.1	Edad y altura para la	

	Página
Siembra Definitiva	20
2.11.2 Costo de Establecimiento	21
2.11.3 Prácticas Culturales	23
2.11.3.1 Limpias	23
2.11.3.2 Raleos	23
2.11.3.3 Podas	23
2.11.3.4 Vigilancia	25
2.12 Crecimiento	25
2.12.1 Comportamiento en su Habitat Natural	25
2.12.2 Comportamiento en las Regiones de Introducción	25
2.12.3 Mortalidad	25
2.12.4 Crecimiento en Altura y Diámetro	26
2.13 Daños	26
2.14 Plagas y Enfermedades	26
2.14.1 Plagas	26
2.15 Enfermedades	27
2.15.1 Control	28
2.16 Características y Uso de la Madera	28
2.16.1 Características Generales	28
2.16.2 Uso de la Madera	29

CAPITULO III

3.0 Ensayos sobre Germinación de semillas forestales en Guatemala	35
---	----

CAPITULO IV:

4.0 Materiales y Métodos	37
4.1 Selección y obtención de datos	37
4.2 Trabajo en el Gabinete	37
4.2.1 Revisión de Literatura	37
4.2.2 Selección del Diseño Experimental	37

	Página
4.2.3 Selección del área para efectuar el estudio	37
4.2.4 Formularios para Control de la germinación	37
4.2.5 Tratamientos de la semilla	37
4.2.5.1 Testigo	40
4.2.5.2 Remojamiento en Agua	40
4.2.5.3 Agua con Cal	40
4.2.5.4 Acido sulfúrico durante 15 minutos	41
4.2.5.5 Acido sulfúrico durante 30 minutos	41
4.2.6 Fotografías	42
4.2.7 Implementación de materiales	42
4.2.7.1 Semilla	42
4.2.7.2 Material Utilizado	43
4.3 Trabajo de Campo	44
4.3.1 Preparación del Semillero	44
4.3.2 Siembra	45
4.3.3 Germinación	45

CAPITULO V

5.0 Resultados	49
5.1 Datos obtenidos en el Diseño de Bloques al Azar	49
5.1.1 Cálculos que se siguieron para la obtención de los datos del cuadro anterior	50
5.1.1.1 Término de Corrección	50
5.1.1.2 Suma de Cuadrados Totales	50
5.1.1.3 Suma de Cuadrados de Tratamientos	51
5.1.1.4 Suma de Cuadrados entre Bloques	51
5.1.1.5 Suma del Cuadrado del error	51
5.1.1.6 La F de los tratamientos	51

	Página
5.1.1.7	F en la tabla (Ft) 51
5.1.1.8	Cuadrado Medio 52
5.2	Prueba de Duncan 52
5.2.1	Fórmula de la prueba de Duncan 52
5.2.2	Medias de los Tratamien <u>tos</u> 52
5.2.3	Comparaciones entre tra <u>tamientos</u> al 0.05% de Probabilidad 52
5.2.4	Cuadro de la Prueba de Duncan 53
5.3	Posible Distribución Ecológica de Tectona Gran <u>dis</u> en Guatemala 53
5.3.1	Bosque Seco Subtropical 53
5.3.1.1	Localización y extensión 54
5.3.1.2	Condiciones Climáticas 54
5.3.2	Bosque Húmedo Subtropical (cálido) 55
5.3.2.1	Localización y Extensión 55
5.3.2.2	Condiciones Climáticas 55
5.3.3	Bosque Húmedo Subtropical (templado) 55
5.3.3.1	Localización y Extensión 55
5.3.4	Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido) 56
5.3.4.1	Condiciones Climáticas 56
5.4	Ocurrencia de Semillas Po <u>liembriónicas</u> 57
5.5	Arena Blanca 57
 CAPITULO VI	
6.0	Discusión 59
 CAPITULO VII	
7.0	Conclusiones y Recomen <u>daciones</u> 63
	Apéndice

ANALISIS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE TECTONA GRANDIS. ESPECIE CON GRANDES POSIBILIDADES PARA REFORESTACION EN GUATEMALA

CAPITULO I

I. INTRODUCCION

El uso generalizado de la madera como materia prima, combustibles y demás usos en la industria en general, a mediana y gran escala, así mismo como auxiliar básico en las faenas de consumo familiar, hacen de este material de origen vegetal un recurso de posibilidades insospechadas si se somete a un manejo adecuado a las fuentes de abastecimiento, es decir, los bosques naturales y artificiales.

Tradicionalmente sólo se ha venido obteniendo materia prima de nuestros bosques naturales, sin utilizar los bosques artificiales, situación que se torna conflictiva en casos como el del recién pasado terremoto del 4 de febrero de 1976, con gran demanda de madera de construcción, que intensificó la acción de explotación de los bosques naturales.

Generalmente, un medio eficaz de perpetuar el recurso consiste en el manejo adecuado del mismo, en este caso aplicando técnicas silviculturales que promuevan la repoblación natural en áreas descubiertas. Existe mucha experiencia en coníferas, más en bosque tropical y subtropical latifoliado es escasa. Su complemento sería la reforestación artificial.

La alternativa de aplicación del método de repoblación las define el medio ecológico que se nos presente y allí la elección de

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

la especie adecuada para determinado fin.

En Guatemala la mayor fuente de maderala constituye las coníferas localizadas en el altiplano y por ende se consideran las más utilizadas. Sin embargo, las plagas como el *Deñdroctonus* sp., el manejo inadecuado de los recursos y muchos factores más, van minando poco a poco las reservas naturales con que contamos.

Es importante mencionar también las maderas de color o latifoliadas, son las que proveen materia prima para la industria de acabados finos y de factorías especiales, como plywood y aglomerados y muchas actividades industriales más. Las especies de este tipo utilizadas en Guatemala son contadas, las cuales son extraídas del bosque natural.

Como expresamos anteriormente, la labor de fomento de los bosques consiste en concebir una manera inteligente de manejar el recurso de acuerdo a las condiciones que se nos presentan. La reforestación artificial puede llegar a ser un excelente auxiliar en el fomento de zonas boscosas. Localmente se tiene experiencia en coníferas, pero en especies latifoliadas de clima cálidos húmedos son escasas, a excepción de los efectuados en la estación experimental El Rosario, Sayaxché, Petén, las cuales aún están en proceso de estudio.

Dentro de las plantas exóticas que se podrían utilizar en el país se encuentra principalmente la especie *Tectona grandis*, conocida comúnmente con el nombre de teca o tectona, planta arbórea de excelente calidad y gran mercado internacional y alta resistencia a plagas y enfermedades. La teca posee varias cualidades, siendo quizá la principal su fácil adaptación, crecimiento rápido y utilización comercial relativamente a corto plazo.

RECEIVED
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 GUATEMALA

zo.

En nuestro país el cultivo de la teca es casi desconocido, siendo escasas las plantaciones existentes. De las que se tienen noticias, una se localiza en la finca Camelia en el cruce para Tiquisate, con extensión de aproximadamente 8 hectáreas, árboles con una edad de 25 á 30 años y un diámetro promedio de 70 cms., con altura de 20 á 30 mt. Otra se localiza en la finca La Selva, jurisdicción de Cocales, encontrándose en mejores condiciones la primera, no habiéndose podido obtener medidas de la segunda. Plantaciones de individuos aislados se localizan en caminos del parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, y Puerto Barrios, Izabal, después del cruce a Río Dulce respectivamente, donde se observan árboles de teca en algunos cercos.

En Una visita realizada a El Salvador, se observaron plantaciones de teca, coincidiendo con un rápido crecimiento y datos de producción de madera de excelente calidad, razón por la cual tiene gran relevancia local en la demanda de maderas finas. En el área Centro americana, a excepción de Guatemala, los demás países poseen plantaciones más o menos grandes, especialmente Honduras y el Salvador, y en donde la industria forestal integrada ha alcanzado gran importancia.

Como un estudio completo sobre comportamiento de una especie forestal requiere un largo plazo, la presente investigación se circunscribió en el análisis sobre el comportamiento de germinación de semilla de la especie bajo cinco tratamientos y cuatro repeticiones; como trabajo pionero en la respuesta de la especie en el vivero, fase primaria para colocarla posteriormente en el área definitiva. Por otra parte, se pretende sugerir la metodología de análisis científico en semillas forestales, campo todavía escasamente

investigado en Guatemala.

2.0 Objetivos de la Presente Investigación:

- 2.1 Probar la utilidad de diversos tratamientos de escarificación en semillas forestales.
- 2.2 Determinar el efecto de diferentes tratamientos de escarificación en semillas de teca (*Tectona grandis*) en condiciones de vivero en una localidad de Guatemala.
- 2.3 Establecer las ventajas de la utilización de la especie forestal teca (*Tectona grandis*) en reforestaciones artificiales, por sus relevantes características de rápido crecimiento y óptima calidad de la madera.
- 2.4 Hacer uso de métodos estadísticos y diseños experimentales para el análisis de los resultados de las pruebas de germinación de semillas forestales.

3.0 Justificaciones:

- 3.1 El campo de investigación de semillas forestales en Guatemala se encuentra poco estudiado, especialmente en lo que se refiere al análisis de tratamientos pre-germinativos, lo que hace necesario efectuar investigaciones en este campo.
- 3.2 Escasa referencia local sobre pruebas de germinación en semillas forestales.
- 3.3 Es necesario estandarizar la metodología utilizada en pruebas de germinación de semillas forestales.
- 3.4 Es necesario determinar los mejores tratamientos aplicables en semillas de especies con grandes posibilidades de utilización en reforestación artificial.

CAPITULO II

2.0 REVISION DE LITERATURA:

2.1 Posibilidades de Manejo Forestal en los bosques de Guatemala:

A la fecha se han efectuado varios estudios sobre aspectos forestales en Guatemala, debido a la perentoria necesidad de conocer y estudiar nuestras maderas, para que cuando las circunstancias lo exijan nos hallemos en capacidad de valorarlas sin incurrir en errores que más tarde recienta la economía nacional. Hay que considerar la decisiva influencia del bosque sobre el mayor o menor volumen de las fuentes de agua, que empiezan a escaciarse. La ordenación de un bosque, cualquiera de las altiplanicies donde predominan los pinos (*Pinus* sp) y las fagáceas (*Quercus* sp) desde luego no a de crear grandes problemas en la región media y la basal en el bosque tropical, por lo cual todo proyecto de ordenación y mejora exigirá tiempo y trabajo, ya que los rodales con raras excepciones son de compleja composición, predominando una heterogénea población de especies de maderas de mala calidad que difuculta la extracción y a provechamiento de las buenas. No obstantē tan desfavorables circunstancias, el deber del forestal o cualquiera otra persona entendida, es procurar la transformación de la conciencia natural, aumentando su tenor en especies maderables de valor conocido o efectuando en forma oportuna las cortas de mejoramiento. (3)

En las zonas cálidas donde el bosque se haya constituido por un gran número de especies se puede efectuar una selección de las mejores, dejando en él especies pesadas de color, valiosas, blandas de peso moderado, semiblandas y blandas. Es decir estimular dentro de lo natural, la formación paulatina del

bosque heterogéneo; en todo caso antes de decidirse por tal o cual procedimiento a seguir tanto en la repoblación como en la ordenación forestal con miras de lucro, tómesese en cuenta la demanda existente para determinado producto, sin olvidar la tendencia a la explotación racional del bosque, supone hasta donde sea posible, su aprovechamiento integral.(3)

Para elaborar un plan de manejo forestal es necesario: primero contar con ciertos datos necesarios para su estructuración, estos se obtienen por medio de un inventario de la masa boscosa, en el cual debe estar involucrado el estado legal del bosque, sus condiciones naturales tales como: suelo, origen, constitución, distribución, tipo, clima, etc., así como su estado económico, que se refiera a mercados, accesibilidad, mano de obra, capital disponible, etc., y por último, distribución de los rodales, si están sujetos estos a algún tratamiento, su disposición económica y posibles vías de acceso dentro del monte; con todos estos datos se puede elaborar ya un plan de manejo. Como primer punto entonces y si no forma parte del inventario forestal deberá hacerse un plano que contenga la clasificación de las condiciones del bosque, incluyendo los cultivos agrícolas, éste debe incluir: propiedades, límites y subdivisiones del bosque, condiciones de crecimiento por rodal, áreas del bosque sujetas a mejora y otros aspectos relacionados con aprovechamiento. Adjunto se pondrá un cuadro con el número de cada área, descripción de los rodales y tratamiento que se recomienda a fin de poderlos ordenar también de acuerdo con los tratamientos que requieran o estén destinados. Una vez llevado a cabo esto, se podrá determinar con exactitud de qué manera va a ordenarse o manejarse el bosque, dándole a cada área estratificada, el tratamiento que le corresponde de acuerdo con su estado de tal manera que el plan de ordenación incluirá la

descripción de cada uno de los tratamientos que se le dará a cada área de acuerdo con su estado, debe incluir además los cálculos de la posibilidad y descripción de los tipos de corta que se quieren implantar. Cabe mencionar que dentro de esta ordenación o división de áreas para trabajos silvícolas, estarán incluidas aquellas que por su condición ameritan reforestación artificial. (1)

2.2 La Reforestación:

Se pueden considerar dos formas para tratar las áreas sin bosque, por medio de reforestación artificial o natural. La artificial es efectiva para la formación de nuevos bosques, resultando en algunos casos su costo muy oneroso en relación a la reforestación por la vía natural; no obstante es necesario efectuarla como complementaria a la reforestación natural o cuando se carece de árboles padres que proporcionen semilla que la diseminen para formar nuevas plantas, en nuestro medio esta clase de reforestación no ha prosperado debido a que quienes aprovechan los bosques nunca cumplieron con reforestar cuando la ley forestal así lo determinaba. Se utiliza la reforestación artificial cuando se trata de establecer un bosque en una área donde no existe desde hace muchos años, o cuando las masas son muy viejas y reproducirlas en forma natural es imposible porque ya no producen semilla o ésta es muy escasa o algún factor edáfico o de otra índole lo impide; en la introducción de especies exóticas de alto valor económico o cuando la corta total es a matarrasa porque así lo defina el manejo. Pero cuando estos casos no se presenten, sin duda alguna debe usarse la reforestación natural. (1,15)

De estudios efectuados por INAFOR/FAO, los datos obtenidos pueden ser alarmantes, ya que si no se toman las medidas necesarias para em

prender una marcha positiva en lo que respecta a la reforestación, en el año 2,005 Guatemala será un desierto y no contará con un solo árbol. (13)

Tomando en cuenta la vocación general del relieve de Guatemala, se considera que el 72.3% del territorio nacional, tiene la categoría de cubierta vegetal y confirma que es un país forestal agrícola, y que el futuro bienestar deberá descansar en el uso inteligente del recurso bosque y en el desarrollo de una agro-industria forestal, puesto que la materia prima la poseemos. (6)

Durante el verano y el invierno, los bosques actúan como reguladores de la temperatura. Los suelos desprovistos de vegetación se hallan expuestos a los cambios bruscos de temperatura. En las zonas cubiertas de bosques o vegetación herbácea los calentamientos y enfriamientos, no sólo no alcanzan gran intensidad, sino los cambios bruscos de temperatura ambiental tienen lugar en forma progresiva, debido a la acción amortiguante del follaje, generando frescura en las horas calurosas y calor adecuado en las bajas temperaturas. La transpiración del arbolado brinda humedad benéfica al ambiente, a la vez que regula y disminuye la evaporación de las reservas de agua de los suelos. Las corrientes de aire cargadas de humedad en tránsito sobre densos montes, por diferencias de temperatura, se suceden condensaciones parciales totales, que se traducen en lluvias que cubriéndolos casi siempre se extienden a comarcas o grandes áreas aledañas. (3)

De aquí la importancia de conservar los bosques existentes por medio de la regeneración natural y reforestar aquellas áreas ya exterminadas, con especies del lugar o exóticas.

En el caso de la teca, en bosques naturales no es recomendable efectuar una regeneración natural ya que no se regula adecuadamente la composición, para regenerar las especies más convenientes ni para mejorar la distribución de pies y la normalidad de la masa. En consecuencia, se ha tratado con gran empeño de establecer prácticas de regeneración más satisfactorias y aceptables; por lo que por mayor frecuencia se utiliza la regeneración artificial, asociada casi siempre con la agricultura (sistema taungya) según el cual se da inicio a la nueva masa forestal juntamente con cultivos agrícolas. La mayor parte de masas de teca de Indonesia y millares de hectáreas de otros lugares de la región de la teca, consisten en regeneraciones de este tipo. La teca de plantación con frecuencia de crecimiento y rendimiento mucho más rápido que los de la teca de masas naturales, reviste por supuesto, una enorme importancia en la región Asiática, y también en otras partes del mundo como especie exótica. (7,10)

2.3 DESCRIPCION BOTANICA DE TECTONA GRANDIS:

2.3.1 Arbol:

La teca pertenece a la familia Verbenaceae. Los árboles cuando llegan a su estado de madurez alcanzan una altura de 25 a 30 mt. y en condiciones especiales algunos llegan hasta los 50 mt. con un diámetro de un mt. o más. La madera es de color café claro, hasta muy oscuro; el tronco por lo general posee ramas a unos 3 mts. de altura en adelante. Es una de las frondosas de mayor importancia comercial en el mercado por sus propiedades de duración, estabilidad, fácil secado y trabajabilidad. (7,11,21)

El fuste tiene forma de columna en bosques que espeso, con raíces tablares y ranuras al llegar a mayores dimensiones la copa es pequeña, rala e irregular, en rodales poco espesos y sitios más pobres, se encuentra el fus

te torcido muchas veces con la copa hasta más abajo. La corteza tiene color pardo-amari-
llo, agrietada a lo largo en fajas estrechas,
de 12 mm. de grosor al pié del árbol; ramas
torcidas muy ramificadas. La madera es algo
tosca de nervadura mediana de dureza y peso,
(peso especifico 0.67); tiene olor a cuero
viejo. (8,10)

2.3.2 Sistema Radicular:

El sistema radicular es extensivo; la
raíz principal crece en forma bastante rápi-
da en los primeros años, junto con las raí-
ces secundarias laterales por ramificarse -
pronto la raíz principal, casi no hay eviden-
cia de la raíz pivotante. Dichas ramifica-
ciones llegan a una profundidad aproximada de
1.5 mt.; las ramificaciones formadas de la raíz
principal y de las laterales forman ramifica-
ciones verticales llamadas chupadoras. Las
raíces laterales consisten en una red radicu-
lar superficial, en suelos profundos y bien
drenados alcanzan una profundidad de 70 á 80
cm. En un rodal cerrado, las raíces latera-
les alcanzan de 10 á 15 mt. de largo y algu-
nas veces hasta 20 mt. en los árboles que se
encuentran a orillas de la siembra. El sis-
tema radicular de la teca es muy susceptible
a la escasez de oxígeno. Las raíces latera-
les y las chupadoras producen raíces capila-
res, siendo bastante gruesas (0.4 á 0.5 mm.)
y cortas (0.5 á 1 cm.) la mayor parte de las
capilares se encuentran a 20 cm. del suelo. (8.10)

2.3.3 Hojas:

Las hojas son opuestas cruzadas, nor-
malmente puntadas con tallo corto, de color
verde, ásperas, sin brillo, el envés es de co-
lor verde-amarillo, con nervaduras salientes
y de vello suave, al dañarse la hoja forma
una mancha roja, las hojas muy jóvenes muchas
veces tienen un color rojo o rojo-café, la ho-
ja de árboles grandes miden hasta 20 x 15 cm.

de árboles jóvenes de 8 á 10 x 6 á 7 cm. La hoja tiene gran cantidad de ácido de silicio. (7, 8, 10, 11, 21)

2.3.4 Inflorescencia:

Su inflorescencia es una panícula de 30 á 60 cm. de largo, terminal, de pedúnculo corto, cáliz tubular, corola blanca o rojiza, tubo glabro y ovario muy pubescente. La ramilla tiene numerosas florecitas pequeñas, blancas hermafroditas. Las flores están adaptadas para recibir a los insectos para su polinización. En la teca no existe polinización por medio del viento o autopolinización, sino que ésta es cruzada, muchas veces entre flores del mismo árbol o de varios; las ramillas se encuentran en el perímetro de la copa, que luce amarilla en la época de floración. (9, 21)

En investigaciones tendientes a mejorar la especie en Tailandia por investigadores Daneses, se ha notado que en los árboles jóvenes, la primera ramilla se forma de la yema terminal, después de la fructificación y maduración de la semilla, cae la ramilla y el eje no continúa. (8,20)

Se forman dos tallos nuevos al pié de la ramilla caída y comiensa la ramificación; entonces cuando más tarde sea la floración más largo y recto es el fuste y más valioso será después el árbol. El conjunto se encuentra dentro de un cáliz de panícula hinchada. (8, 10, 19, 21)

2.3.5 Frutos:

El fruto es una drupa corácea y pilosa; se obtienen de 1500 a 3000 frutos por kilogramo de forma redonda aplanada de 0.5 á 2.4 cm. de diámetro, con un núcleo de 4 á 6 casillas (lóculi) y al pié del núcleo hay 4 ori-

ficios que llevan hasta el centro del mismo, lo que hace que la semilla sea poliembriónica. La drupa normalmente tiene una sola semilla y muchas veces no existe, se encuentra encerrada en una pared central esponjosa de 5 mm. de grosor aproximadamente y en el exterior una pared delgada, con vello afelpado hielachoso. Las primeras producciones de semillas fértiles se inician entre los 15 y 20 años; en Birmania e India se inician en los meses de invierno, junio y septiembre y se cosecha al inicio del verano, en el mes de abril. En Guatemala en especies que se han plantado artificialmente se suceden dos floraciones al año, la primera se inicia en los meses de julio, agosto y septiembre, y la segunda en los meses de diciembre, enero y febrero, siendo esta última la que mejor semilla produce, de acuerdo a experiencias en el Banco de Semillas de INAFOR. Su porcentaje de germinación es bajo, si se compara con otro tipo de semillas y varía entre un 20 a un 70 por ciento y la mayor parte de semillas con buena viabilidad germinan dentro de los 50 días después de la siembra. (8,21)

2.4 Ecología de la Especie:

La teca es nativa de la región del Asia sur-oriental, (India, Birmania, Tailandia, Laos, Camboya e Indonesia). La teca se encuentra en la India Occidental cuyo límite norte lo forman los Aravallis occidentales, a unos 24° de latitud en la India Central. En Birmania se distribuye en todo el territorio y se extiende hasta los 25° de latitud, ascendiendo hasta los 885 m.s.n.m.; traspone la frontera y penetra en Tailandia, abarcando la mitad occidental quedando a 20° de latitud. En Indonesia los principales bosques de teca se localizan en Java y Muna. Debe observarse que dentro de la comarca del país en que existe no se encuentra uniformemente distribuida existiendo algunas zonas en que la te-

ca se halla completamente ausente. En el interior de estas áreas la teca crece en lugares aislados a menudo de extensión considerable, generalmente sobre colinas o terrenos ondulados, aunque a veces lo hace en planicies y llanuras aluviales. Se encuentra desde el nivel del mar (como Java) hasta los 1200 mt. o más como en Coorg, India Central. (8,10,11)

2.4.1 Requerimientos Climáticos:

La teca alcanza sus mayores dimensiones en climas tropicales cálidos, moderadamente húmedos. Parece que su mejor crecimiento lo tiene cuando la precipitación anual se encuentra entre 1270 y 2540 mm. como ocurre en los mejores bosques de teca en Birmania; sin embargo se adapta bien con precipitaciones de 1200 a 3800 mm., puede también existir con 760 a 5080 mm. de precipitación. La teca es una especie de hoja caediza y requiere un clima monzónico o estacional, de varios meses de sequía, permanece normalmente la teca sin hojas durante la mayor parte de la estación cálida; las hojas aparecen según la localidad y estación tempranas en los años húmedos y más tardías en los años secos. (7, 11, 15)

La temperatura en Birmania y Tailandia oscilan entre 12.5°C a 40°C con un promedio anual aproximado de 27°C, con un clima monzónico de 3 a 5 meses relativamente secos. En Java la temperatura es muy uniforme variando de 18°C a 29°C. (15)

La teca crece bajo condiciones muy diferentes en cuanto a clima y suelo; lo que si exige es una sequía bien determinada. En regiones con una distribución regular durante todo el año y también con la época de lluvias, el desarrollo es menos favorable. (8, 10)

2.4.2 Topografía:

Parece ser que la topografía no es limitante para el cultivo de la teca, siempre y cuando tenga buen drenaje y buena profundidad del suelo. A corta distancia de los ríos, el desarrollo baja a segunda calidad, aún cuando el suelo parezca estar bien drenado. Cuando el drenaje es del todo deficiente, se encuentran siempre árboles de tercera o inferior calidad. (10)

2.4.3 Suelos:

La teca requiere sobre todo, suelos bien drenados y aireados, profundos aunque no sean fértiles, los más estables son las margas arenosas; los más inadecuados son los suelos compactos, arcillosos húmedos, lateríticos, arenosos secos. (16)

La teca se encuentra sobre variadas formaciones geológicas como areniscas y pizarras terciarias (en Birmania), granitos Gneiss, esquistos y calizas. En areniscas fuertemente consolidadas, cuarcitas de difícil desintegración, calizas duras con suelos poco profundos, o suelos derivados de granitos Gneiss, en cerros secos su crecimiento es pobre. El suelo deberá ser bien avenado y rico en bases; con frecuencia empieza la planta desarrollándose rápidamente, pero pronto se detiene si las condiciones son desfavorables. (8, 11, 21)

En la India se menciona la relación del Ph entre 6.5 y 7.5, se aconseja echar cal al suelo. La cantidad de solución a aplicarse es de 5 á 6 m.e.q./100 gr. de suelo por lo menos. (8)

2.5 Localización de Rodales de Teca en Guatemala:

En Guatemala se localizan unos rodales artificiales pequeños de teca, en la finca Camelia y la Selva, la primera en Tiquizate y la segunda en Cocales; de ahí se han obtenido las semillas recolectadas hasta la fecha por el Banco de Semillas de INAFOR. Existen también individuos aislados en cercas camino al parcelamiento La Máquina, Cuyotenango y Puerto Barrios. La producción de semillas por árbol padre, generalmente es abundante por individuo, observándose una diferencia de producción de semillas entre un año y otro. (11)

2.6 Recolección, Almacenamiento y Germinación de las Semillas:

La recolección de semilla de teca en Guatemala se sucede: la primera en los meses de julio, agosto y septiembre y la segunda en los meses de diciembre, enero y febrero; como se mencionó anteriormente en la segunda produce semilla de mejor calidad. Una libra de semilla de teca contiene de 500 a 980 semillas.

Al recolectarse la semilla, las pepitas se seleccionan por su diámetro, con un cernidor con agujeros de 14 mm. aprovechándose solamente aquellas de mayor diámetro, ya que resultaron tener un mayor poder germinativo que los diámetros menores, además de presentar un crecimiento más rápido. Sin embargo en experimentos efectuados en la India y Burma obtuvieron mejores resultados, utilizando semillas con diámetro no mayor de 14 mm. mostrando una buena germinación. La edad de los árboles padres influyó en la calidad de la semilla; rodales de árboles en condiciones sanitarias y buen desarrollo, en sitios buenos producen semilla de excelente calidad a los 15 ó 20 años; rodales de regulares sitios hasta los 30 ó 40 años. En Indonesia la gente prefiere recolectar semilla en rodales de 30

a 40 años de edad, seleccionando la calidad del sitio por las características que debe tener un árbol padre. (7, 9, 10, 11)

Las semillas se recolectan recogiendo-se del suelo, después de efectuar una limpieza en el sitio bajo los árboles. Las semillas que caen primero resultaron tener poco poder germinativo en comparación de las que caen más tarde. Sin embargo al madurar posteriormente las caídas primero obtuvieron el mismo poder germinativo y la misma velocidad germinativa. La maduración de la semilla se puede acelerar secándose al sol, durante algunos días hasta lograr un peso constante. Si la semilla se seca más tiempo, baja rápido el poder germinativo, pero si se seca hasta lograr obtener un peso constante, es factible almacenarla tratando de evitar el contacto con el aire y la humedad por más tiempo; de no lograr ésto, el poder germinativo se conserva apenas un año. (4, 8, 10)

Generalmente la capacidad de germinación es baja, lográndose de un 20 a 70 por ciento para la semilla seleccionada y algunas conservan su viabilidad hasta dos años, en condiciones óptimas de almacenamiento. En las condiciones naturales del bosque, no obstante la germinación, con frecuencia es incierta a veces, obteniéndose menos del 15 por ciento, incluso en condiciones favorables. (7)

En condiciones artificiales para que la semilla germine bien, se necesita como mínimo, efectuar dos riegos diarios, uno en la mañana y otro en la tarde, mientras comienza a germinar, las semillas se hinchan por absorber bastante agua, aumentando su diámetro hasta que se abre el pericarpio (exocarpio). (2, 10)

La germinación se inicia de los 12 a 15

días después de la siembra, y la mayor parte de las semillas con buena viabilidad, germinan dentro de los 40 a 60 días después de la siembra. (10)

En estudios realizados se ha comprobado que si existe sombra en el semillero, la germinación es baja. Otra investigación que se realizó demostró que temperaturas de 25°C a 28°C son demasiado bajas para una buena germinación. Resultó que temperaturas intermitentes de 35°C a 37.5°C son necesarias, temperaturas que ocurren en la superficie del suelo solamente en lugares abiertos. Esto da la idea que una quema liviana favorece a la germinación, pero con una temperatura de 50°C ya no germinará.

2.7 Tratamientos de las Semillas:

El objetivo que se persigue al aplicar uno u otro tratamiento pre-germinativo, es el de obtener el número máximo de plantas y que la germinación sea lo más uniformemente posible, dentro de un tiempo relativamente corto. Lo que permite trabajar en una forma más ordenada con las plantas posteriormente en el vivero; así como una coordinación de la producción de acuerdo a las necesidades y a las condiciones climáticas existentes en el área a trabajar. En el caso de la teca, ésta necesita de un tratamiento pre-germinativo debido a que no germinan uniformemente las semillas y requiere mucho tiempo para hacerlo, en algunos casos hasta dos años. (1,8,9,16)

Existen muchos factores que contribuyen a la falta de uniformidad y rapidez en la germinación resultantes unas de las características hereditarias de las semillas, y otros, de las condiciones inducidas por la extracción y almacenamiento. La semilla de la teca posee una capa externa impermeable como cutícula o envoltura dura que dificulta la absorción de agua y oxígeno; e incluso en algunos casos,

que impiden que el embrión emerja rompiendo el episperma de la semilla aunque halla pasado agua y oxígeno. (4,20)

Se pueden utilizar diferentes tratamientos de escarificación de semillas de especies forestales, de los cuales los más comunes son los siguientes:

2.7.1 Ácidos:

El ácido más comúnmente utilizado, es el ácido sulfúrico (H_2SO_4), en solución concentrada al 50% y generalmente utilizado al 95% con contacto de 15 a 60 minutos.

a) Ventajas:

- Es altamente efectivo para muchas especies.
- Después del tratamiento, las semillas pueden almacenarse de 7 a 30 días antes de la siembra sin mayor deterioro; y
- Las plantas germinadas se encuentran por lo general sujetas a un menor ataque de agentes patógenos. (1,4)

b) Desventajas:

- Es necesario determinar previamente y en forma meticulosa el tiempo de duración y la concentración a usar; además debe controlarse cuidadosamente la temperatura, especialmente cuando se manipulan grandes cantidades, para evitar serios daños o dificultades en la manipulación posterior debido a un excesivo ablandamiento del epispermo, y

El manejo del ácido, semillas y recipientes utilizados, debe ser muy cuidada

doso para que no se presenten problemas de quemaduras y en particular evitando derramar agua en el ácido, para no producir una reacción violenta que pueda hacer saltar ácido a los ojos de los operadores.

2.7.2 Remojamiento:

Es un ensayo bastante utilizado para muchas especies forestales; en la república de el Salvador es el que mejores resultados ha dado, aplicándolo a la semilla de teca, este ensayo consiste en dejar por 15 días seguidos por la noche, la semilla de teca en remojamiento con agua, cubierta por un costal de manta y en el día se efectúa un secado al sol, es necesario sembrar inmediatamente al décimo sexto día.

2.7.3 Agua con Cal:

Es un ensayo al cual no se le ha dado mayor importancia, considerando que sería interesante y necesario efectuar ensayos con diferentes proporciones de cal viva (CaO). En nuestro ensayo se utilizaron 5 litros de agua y una libra de cal durante 12 horas.

2.8 Otros métodos de Escarificación:

Existen un sin número de métodos, utilizándose cada uno de ellos, dependiendo de los resultados que se han obtenido anteriormente; así tenemos escarificación utilizando agua oxigenada, agua caliente, escarificaciones mecánicas, etc. (3)

2.9 Testigo:

En los ensayos siempre se acostumbra utilizar un testigo con el fin de comparar los datos de porcentaje de germinación, velocidad germinativa, etc. Con los diferentes

tamientos efectuados en el ensayo. (1,4,22)

2.10 Manejo en el Vivero:

Existen dos formas de reproducir la especie en el vivero; en una la semilla se siembra en un almácigo con distancias de 5 cm. entre plantas y 10 cm. entre surco, esto se hace con el fin de dejar que la planta tenga un desarrollo de 2 a 3 meses de edad, si se pretende utilizar un trasplante a bolsa. También se utiliza el método Stump o tocón, se deja la planta por mayor tiempo en el almácigo, hasta que ésta tenga un diámetro aproximado de 1.5 cm. en el tallo; la parte aérea del tallo se poda a 5 cm. de altura a partir del cuello del tallo y la raíz se poda dejándole de 10 a 14 cm. de largo. Este material vegetativo es el que mejores resultados ha dado, pues pega de un 82 a un 90 por ciento, siendo económico su transporte y siembra en el campo definitivo. Después de 6 a 9 días de la siembra comienzan a brotar, pudiéndose guardar los Stumps durante 14 días en un lugar sombreado y húmedo antes de la siembra. (8, 10)

2.11 Plantación:

El trazo y el ahoyado se efectúa dependiendo de la distancia de siembra, por lo que se podrá dejar a 1 x mt., 3 x 3 mt., etc.;- para establecer la población de plantas por unidad de área se pueden utilizar los siguientes métodos: al cuadro, al rectángulo, al triángulo, al tresbolillo o al quincuncio, dependiendo del porcentaje de pendiente en el área a trabajar. (19)

2.11.1 Edad y altura para la Siembra Definitiva:

Las plantas ya sean trasplantadas a bolsa o utilizando el método Stump, necesi-

tarán ser programadas en el vivero, con el fin de que coincidan con la época de lluvias. Por lo tanto en Guatemala es necesario hacer los semilleros en los meses de octubre a noviembre para que coincida con las lluvias de los meses de mayo a junio, por tener un crecimiento muy rápido. Si se encuentra en bolsa la planta a los 7 u 8 meses alcanza una altura de 40 a 70 cm. (8)

2.11.2 Costo de Establecimiento:

Los costos para Guatemala se calcularon de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO No. 1

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO POR HECTAREA

No.	ACTIVIDAD	TAREA	JORNALES	COSTO ¹
1	Limpias previas	1 cuerda de 25 x 25 varas	23	Q.46.00
2	Trazo y marcado	500 marcajes	5	Q.10.00
3	Ahoyado	100 hoyos	25	Q.50.00
4	Plateo	100 platos	25	Q.50.00
5	Plantación	150 plantas	16.6	Q.33.20
6	Control de plagas			Q.00.05
7	Costo insecticidas			Q.08.00
8	Costo de planta			Q100.00
9	Vigilancia (por año)			Q.00.10
10	Administracion y su- pervisión. (20%)			Q.59.47
TOTAL			84.6	Q356.82

Valor jornal = Q.2.00

Costo planta unidad = Q.0.05

1) Los costos variarán de acuerdo a la localidad y factibilidad de ma
no de obra.

2.11.3 Prácticas Culturales:

Una vez establecida la siembra definitiva en el área, se inicia un sinnúmero de actividades para su mantenimiento, tales como: limpiezas, raleos, podas y vigilancia.

2.11.3.1 Limpiezas:

Se deberá efectuar una limpieza en el área a sembrar, y si ésta tiene mucha pendiente, será mejor efectuar una rosa para no efectuar una limpieza al ras del suelo, evitando así una posible erosión; además, antes del ahoyado se acostumbra efectuar un plateo de un mt. de diámetro, realizándose esta práctica cultural preferiblemente en los meses de marzo a abril.

Si no se toman las precauciones necesarias y la plantación no se cuida, se habrá perdido tiempo y dinero; será necesario mantener la plantación libre de malezas, hacer fajas corta-fuego de 3 a 6 mt. de ancho; remover la tierra para impedir que el agua se acumule en la planta y sea absorbida por ésta, pues la teca no soporta la acumulación de agua. (7)

2.11.3.2 Raleos:

Los raleos de las plantaciones de teca, se inician a los 5 años de la siembra en el área definitiva, procediéndose posteriormente cada 5 años. (ver cuadro No. 2)

2.11.3.3 Podas:

La teca no tiene necesidad de que se poda siempre que se le plante a la distancia recomendable, pues ella misma conforme va creciendo se auto-poda; será necesario efectuarle podas cuando se encuentren algunas ramas que no favorezcan al árbol y se considere indispensable podarlas. (10)

CUADRO No. 2

RENDIMIENTO DE *Tectona grandis* POR HECTAREA EN TRINIDAD, EN BUENOS SI-
TIOS. (21)

EDAD	ARBOLES POR Ha.	D.A.P. (cm.)	ALTURA PRO MEDIO (mt)	VOLUMEN (mt ³ por Ha.)	RALEOS VOLUMEN (mt ³ /Ha)	RENDIMIENTO TOTAL. (mt ³ /Ha.)
5	1,272	11.3	15.5	44.8	14.7	62.0
10	692	18.6	19.5	82.0	32.9	132.0
15	395	23.5	22.3	108.0	32.9	192.0
20	272	27.5	24.1	135.0	32.2	239.0
25	198	30.7	25.6	134.0	33.6	282.0
30	148	33.9	26.5	138.0	28.7	315.0

2.11.3.4 Vigilancia:

Es necesario mantener uno o dos guarda bosques por caballería en una plantación de teca, por cualquier tipo de problemas que se sucedan.

2.12 Crecimiento:

2.12.1 Comportamiento en su Habitat Natural:

La teca se considera una especie de crecimiento relativamente rápido, logra alcanzar 3 mt. de altura en los dos primeros años y 5 mt. a los cinco. Tiene la capacidad de rebrotar y los vástagos alcanzan una altura de 3 mt. el primer año y 10 mt. a los siete años. (21)

2.12.2 Comportamiento en las Regiones de Introducción:

Trinidad cuenta con clima monzónico y una precipitación media anual de 1000 a 2800 mm., se han obtenido los mejores crecimientos en altura, sobre suelos arcillosos, limosos y de buen drenaje. Los más bajos rendimientos se obtuvieron sobre suelos rojos arenosos por falta de nutrimentos, en suelos pantanosos y en suelos calcáreos. (10)

2.12.3 Mortalidad:

La teca tiene pocos problemas en cuanto a mortalidad en plantaciones mayores de 12 años; los vientos fuertes fácilmente quiebran las ramas o las rasgan, originando heridas a la corteza y a veces hasta doblan los tallos quebrándolos y muriendo el árbol. El principal problema de mortandad en teca se encuentra en el semillero, donde es atacada por hongos, y otras enfermedades. (9,10)

2.12.4 Crecimiento en Altura y Diámetro:

Para observar en una mejor forma el crecimiento en altura y diámetro de la teca, se presentan cuadros con datos de experimentaciones observadas en varios países - donde es explotada comercialmente. (ver cuadros No. 3, 4, 5 y 6)

2.13 Daños:

La teca es una especie que por lo general se encuentra libre de enfermedades criptógamas graves, tanto en el bosque natural como en plantaciones artificiales. (21)

El viento cuando es muy fuerte, afecta a las plantaciones menores de 12 años, como se expuso anteriormente. Si en una plantación de teca caen heladas o hay sequías prolongadas, causan grandes daños a los brinzales en su primer año. (10)

2.14 Plagas y Enfermedades:

2.14.1 Plagas:

La plaga de mayor gravedad la constituye la larva de Ducmitus sp, que perfora en los árboles orificios semejantes a los alveolos de una colmena. Loranthus sp, se localiza en las copas de los árboles de teca, succionando sustancias alimenticias del árbol; en árboles jóvenes puede ocasionar deformaciones como pululaciones nudosas que pueden podrirse, en algunos lugares como Trinidad, se comprobó que existía un gran porcentaje de árboles afectados por Loranthus sp, aproximadamente un 50 por ciento. Xylentes ceramicus, es un barrenador que perfora al árbol formando galerías de 20 a 30 cm. de largo y 1 cm. de ancho, principalmente en regiones con una precipitación de 1520 a 1160 mm. Xyleborus destruens, es un escarabajo

pequeño que hace numerosas galerías con un diámetro de 2 mm. y hasta 1.5 cm. de largo en madera viva de muchas especies; los agujeros se observan por el aserrín sacado por el escarabajo, las galerías a la vez son infestadas por un hongo (Ambrosia) y sirve como alimento, poniendo la madera descolorida, perdiendo su valor comercial; en Java se ha encontrado hasta un 12 por ciento de infestación en rodales de teca. Los Grillos cortan el tallo de plantas jóvenes. La Gallina Ciega ataca las raíces. Los termites dañan a las plantas jóvenes y se comen el fruto. (8, 10, 13, 21)

Entre los hongos el que más daño ocasiona a plantas jóvenes de teca es el Damping off, por tener los viveros un mal drenaje y por consiguiente un exceso de humedad. (1, 13, 17)

Existen algunos hongos que dañan las raíces, causando la muerte de los árboles de teca; propagándose en un círculo más amplio cada vez. Entre ellos encontramos Hylsinathaitesu, Armillaria mellea, Polyponis sonalis y Peniphora rhizomarpa-Sulphureasp nov. Los centros de infestación son troncos de árboles talados principalmente, sobre todo Ficus sp. Se ha observado en las ramas o en el fuste de la teca, al hongo Corticium salmonicolor, en masas demasiado densas, alrededor de las ramas forma un característico puño de aritos anaranjados, en el fuste se observa una infección ocasionada por las esporas que pasan por las lenticelas o se introducen por las grietas de la corteza. (8, 13)

2.15 Enfermedades:

La más conocida es la enfermedad Mucosa, atacando árboles jóvenes, por medio de Bacterium solanacium, en lugares mal drenados; marchitándose las hojas como si hubie -

ran sido regadas con demasiada frecuencia. (8, 10, 13)

2.15.1 Control:

Para controlar el Damping off, es algo difícil, ya que es causado por un número crecido de hongos, de diferente especie (*Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Botrytis*, etc); sin embargo existen algunos procedimientos químicos, físicos y biológicos, con el que se pueden controlar en un buen porcentaje. Se pueden aplicar tratamientos a la semilla utilizando formaldehído, Tetraóxido-etileno, con lo que se elimina un buen número de hongos. Se puede efectuar un tratamiento al suelo utilizando ácido fosfórico y sulfato ferroso; compuestos mercuriales como Cerezan, panogen. Cuando el ataque es post-emergente se puede utilizar captan, 50-H, zineb, ferban, etc. (13, 17, 19)

El *Loranthus sp* se puede combatir con paraquat, no se deberá utilizar sulfato de cobre y fermoxone (preparado de 2-4-D) porque se muere también el árbol. Al Termes se le combate con hidrocarburos clorados. Los hongos de las raíces se combaten excavando zanjas de 1.5 mt de profundidad alrededor de masas o grupos de árboles infestados. (8, 13)

Los insectos se pueden combatir con insecticidas, dependiendo de la especie y la casa comercial que los distribuye.

2.16 Características y Uso de la Madera:

2.16.1 Características Generales:

La madera es algo tosca de nervadura, no se encoge ni se alabea, es muy durarera y resistente al ataque de termes. Es una de las maderas con mayores aplicaciones en la industria en general; no se pudre en contac

to con el hierro; resiste productos químicos. Por su gran resistencia a termes, no importa el contacto permanente con el suelo. (8, 11)

2.16.2 Uso de la Madera:

Tiene características muy apreciables en alto grado, que la hacen tener un buen mercado internacional, por su durabilidad está considerada como una de las maderas con mayores aplicaciones. Desde hace mucho tiempo es muy aceptada en la construcción naval; es muy apropiada y utilizada en la construcción de casas en los trópicos y en la construcción de postes y durmientes, así como para muebles y otras industrias. (10, 21)

Los cuadros 2 y 3 muestran resultados obtenidos en plantaciones de Teca en Java (21)

CUADRO No. 3

CRECIMIENTO DE *Tectona grandis*, SOBRE DISTINTOS SITIOS EN JAVA

CALIDAD DE SITIO	EDAD (años)	Altura Mayor (mts.)	ARBOLES POR Ha.	D.A.P. (cms.)	AREA BASAL TOTAL (mt ² /Ha.)
II	10	10.0	2,268	7.1	9.0
	30	15.7	804	14.6	13.5
	80	21.0	314	22.9	19.2
III	10	12.9	1,452	9.1	9.4
	30	20.1	515	18.7	14.2
	80	27.0	201	35.8	20.2
IV	10	15.9	613	12.2	10.7
	30	24.6	324	25.1	16.0
	80	33.0	127	48.0	22.8
V	10	18.7	1,690	15.3	12.6
	30	29.1	845	31.5	19.0
	80	39.0	96	60.1	27.1

CUADRO No. 4

CRECIMIENTO EN ALTURA DE OCHO ARBOLES DOMINANTES DE *Tectona grandis* EN NGERGAN, JAVA (21)

ESPA CIA- MIEN TO (Mts)	ALTU RA (mt)	E D A D (A Ñ O S)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 x 3	1.75	6.25	8.50	10.75	12.75	13.75	16.00	17.00	18.50	19.25	19.50
2 x 3	1.30	4.50	6.75	8.75	11.50	12.50	15.50	16.25	17.00	17.50	18.60
2 x 3	2.25	5.00	6.00	8.00	9.50	12.25	14.00	14.50	15.25	17.25	18.80
2 x 2	2.50	6.25	10.00	12.25	14.00	14.75	16.50	17.50	17.75	18.25	19.30
2 x 2	2.00	5.25	9.00	11.00	11.50	13.25	15.25	16.25	17.25	18.50	19.85
1 x 3	1.75	5.75	8.00	11.25	12.50	13.00	13.75	16.50	17.50	17.75	18.40
1 x 2	3.25	8.00	9.00	11.00	12.50	14.25	14.75	15.75	16.50	17.50	19.25
1. x 1	1.75	6.25	9.00	9.75	10.75	12.00	14.25	15.00	16.00	17.50	18.30
PROME DIO	2.07	5.91	8.28	10.34	11.88	13.34	15.00	16.09	16.27	17.24	18.98

CUADRO No. 5

RENDIMIENTO DE *Tectona grandis*, POR HECTAREA EN TRINIDAD (21)

EDAD (años)	ARBOLES por Ha.	MADERA EN PIE		DESPUES DE LAS CORTAS		RENDIMIENTO TOTAL. VOLU MEN (mts ³)
		DAP (cms)	ALTURA MEDIA (mts.)	VOLUMEN UTIL (mts.)	RALEOS VOLUMEN (mt ³ /ha)	
5	1,483	9.7	12.80	10.0	3.6	14.4
10	766	14.6	16.50	23.0	16.2	42.8
15	494	19.4	19.50	33.3	9.6	62.7
20	370	23.5	21.64	41.8	8.1	79.2
25	271	26.7	23.77	47.5	7.9	92.9
30	210	29.1	25.30	51.3	7.9	104.6

CUADRO No. 6

COMPARACION DEL RENDIMIENTO DE *Tectona grandis*, EN INDIA, MALAYA Y JAVA
(21)

LOCALIDAD	EDAD (años)	D A P (cms)	ALTURA PROMEDIO (mts)	ARBOLES POR Ha.	AREA BASAL (mt ² /Ha).
INDIA	10	17.8	19.2	578	13.6
JAVA	10	17.8	19.8	546	13.6
MALAYA	9.5	20.3	19.5	398	13.8

CAPITULO III

3.0 ENSAYOS SOBRE GERMINACION DE SEMILLAS FORESTALES EN GUATEMALA.

En Guatemala a la fecha, es muy poca la información existente con relación a ensayos de germinación de semillas de especies forestales, a pesar de que se han efectuado un sín número de pruebas, estos resultados casi nuca se han publicado.

Las pruebas de germinación generalmente se han basado en experiencias traídas de países, las cuales en algunos casos han dado magníficos resultados y se siguen usando a la fecha, pero algunos de éstos son muy onerosos o difíciles de manejar localmente. Sin embargo también existe experiencia con materiales y métodos muy originales, que se consideran aplicados sólo localmente; tal es el caso de la utilización de cal viva. Al hablar por ejemplo de un ensayo de cal viva, nos hemos puesto a pensar que los Mayas la utilizaban para preparar el maíz y hacerlo comestible; se observa que el maíz tratado en esta forma aumenta el doble de su tamaño normal (el grano) hablandándose la testa. La observación del maíz preparado en la forma descrita dio la pauta para probar en esta investigación la escarificación con cal. (18)

CAPITULO IV

4. MATERIALES Y METODOS:

4.1 Selección y Obtención de Datos:

Consistió en la programación de todas las actividades para llevar a cabo en forma sistemática el experimento, esta parte de la investigación realizándose la preparación y ordenación del trabajo de gabinete y de campo, previo al análisis de germinación de la semilla de Tectona grandis en el semillero.

4.2 Trabajo en el Gabinete:

Se consideraron como puntos principales, los siguientes aspectos:

4.2.1 Revisión de literatura.

4.2.2 Selección del diseño experimental.

4.2.3 Selección del área para efectuar el estudio.

4.2.4 Formularios para el control de la germinación.

4.2.5 Tratamientos de las semillas.

4.2.6 Fotografías.

4.2.7 Implementación de materiales.

4.2.1 Revisión de Literatura:

Se efectuó la revisión de literatura sobre el tema de investigación consultando las principales bibliotecas de Guatemala, habiendo sido la base para poder completar dicho estudio.

4.2.2 Selección del Diseño Experimental:

En el análisis de varianza simple al azar el cuadrado medio del error es una medida de variación entre parcelas que se tratan en forma similar, resultando por lo tanto una media de variancias verificables por medio del cálculo relativamente sencillo. Si se diera el caso de variación, considerable entre parcelas, este cuadrado medio del error será grande y menos probable la prueba de F para un grupo determinado de tratamientos de orden significativo. En este caso son lamente las diferencias grandes entre tratamientos serán detectadas como reales y se dirá que el experimento no es sensitivo. (12, 22)

Para estos casos, se pueden reducir el error (para dar una prueba más sensible) utilizando el Diseño de Bloques al Azar en vez de aleatorización total; en este diseño, las similares (con iguales condiciones) se agrupan en bloques o grupos. Generalmente este número de parcelas colocadas en cada bloque es igual al número de tratamientos que se desea comparar. Los bloques se consideran como fuentes de variación aisladas en el análisis. Puede existir el caso que existan variaciones con dos o más parcelas por tratamiento en cada bloque. (12, 22)

Para el análisis propuesto de semilla de Tectona grandis por tratarse de distintos tratamientos; este es el diseño que más se adapta al presente estudio, y es el que se utilizó. Se usaron 5 tratamientos y 4 repeticiones, planteándose la siguiente hipótesis nula (H_0): "No existirá diferencia entre los tratamientos utilizados". Y para poder interpretar en una mejor forma el análisis se utilizó la Prueba de Duncan y así obtener una base científica en los resultados.

4.2.3 Selección del área para efectuar el es

tudio:

Se seleccionó el vivero de INAFOR localizado en el municipio de Amatitlán, por ser una localidad con condiciones ecológicas muy similares donde la especie se desarrolla adecuadamente. (ver cuadro No. 7)

4.2.4 Formularios para el control de la Germinación:

Se utilizaron los formularios que se usan en el Banco de Semillas de INAFOR, en los cuales se anotó la fecha de iniciación del análisis, la fecha de germinación días después de la siembra, lecturas diarias, número de semillas germinadas por día, total de semillas germinadas, tipo de prueba, número de repetición y número de semillas por tratamiento. Se consideró conveniente que las lecturas para el ensayo se efectuaran diariamente, habiéndose llevado un control muy riguroso sobre la germinación de la semilla.

4.2.5 Tratamientos de las Semillas:

Para el tratamiento de escarificación que se le hizo al ensayo en el análisis de germinación de las semillas de teca, se utilizaron los siguientes tratamientos:

- Testigo.
- Remojamiento en agua.
- Agua con cal (CaO)
- Acido sulfúrico (H_2SO_4) al 95% durante 15 minutos.
- Acido sulfúrico (H_2SO_4) al 95% durante 30 minutos°

Se seleccionaron estos tratamientos por

que la semilla de teca tiene la testa dura y tarda el embrión a veces bastante tiempo en poder salir y para acelerar la germinación se consideró importante investigar cuáles o cuál tratamiento sería recomendable usar en posteriores análisis de germinación.

4.2.5.1 Testigo:

Para poder obtener los resultados comparables en individuos sometidos a diferentes tratamientos en un análisis de germinación, es necesario contar con un testigo, ya que nos permite sacar conclusiones entre el mismo y los expuestos a tratamientos. Para identificar el testigo en el presente análisis de germinación, se le asignó la letra "A".

4.2.5.2 Remojamiento en Agua:

Se escogió este tratamiento por haber observado en El Salvador, que éste es uno de los mejores resultados que les ha dado, siendo de fácil manejo. Consiste en introducir la semilla que se utilizará en un costal de manta, en agua durante toda la noche y en el día se pone la semilla a secar al sol, esto se realiza durante 15 días seguidos; al día siguiente se procede a la siembra en el semillero. En nuestro caso se utilizaron 100 semillas por tratamiento, habiéndose planificado efectuar 4 repeticiones.

El tratamiento de esta escarificación se inició el 30 de enero del presente año. Para identificarlo en el análisis de germinación se le asignó la letra "B".

4.2.5.3 Agua con Cal (CaO):

Este tratamiento ha dado buenos resultados en análisis de germinación que se

han efectuado con semillas de diferentes especies forestales en el Banco de Semillas de INAFOR. Por lo que se consideró que podría dar buenos resultados en la escarificación de semillas de teca. Se utilizó una libra decal viva (CaO) en cinco litros de agua por 12 horas en una cubeta, habiéndose removido junto con la semilla, solamente mientras se deshacía. Para identificarlo en el análisis de germinación se le asignó la letra "C".

4.2.5.4 Acido Sulfúrico (H_2SO_4 al 95%) durante 15 minutos:

Este tratamiento se seleccionó por ser muy utilizado en especies forestales de semillas con testa dura en muchos países.(4) Se utilizó ácido sulfúrico al 95% por un espacio de 15 minutos, introduciéndose 100 semillas por bicker y luego el ácido hasta que rebalsara la última semilla, a continuación se procedió a removerlas despacio con una pipeta hasta complementar los 15 minutos. Terminado el escarificado se sacó despacio el ácido y luego en una lámina con agujeros pequeños se echó cal con el fin de que al depositar la semilla se revolviera absorbiendo el ácido que aún contenía la semilla, esto se realizó con una pipeta. Por último se lavó la semilla con agua hasta comprobarse que ya no contenía ningún residuo del ácido, introduciéndose en una bolsa plástica, poniéndosele una etiqueta para poderla identificar posteriormente. Este escarificado se llevó a cabo en el laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía. Para identificarlo en el análisis de germinación se le asignó la letra "D".

4.2.5.5 Acido Sulfúrido (H_2SO_4 al 95%) durante 30 minutos:

Se procedió de la misma forma que el anterior, con la diferencia de que el tiempo

fue de 30 minutos. Se observó que la semilla se redujo en un 30 a 40% aproximadamente de su tamaño normal. Para indentificarlo en el análisis de germinación se le asignó la letra "E".

4.2.6 Fotografías:

Se consideró conveniente planificar una serie de fotografías de las plantas germinadas, tanto en el semillero, como plantas que se trasplantaran a bolsa plástica. Así mismo se programó fotografiar plantas observándose la raíz, hojas y las semillas germinadas y semillas que se utilizaron en el análisis. Se consideró también incluir la fotografía de un ejemplar de Tectona grandis en completo desarrollo y madurez.

4.2.7 Implementación de Materiales:

4.2.7.1 Semilla:

La semilla que se utilizó para el análisis de germinación de teca, fue gentilmente proporcionada por el Banco de Semillas de la Forestal de la república de El Salvador, teniendo un diámetro de 0.7 cm. a 1.6 cm., conteniendo 1600 semillas por Kg. por Kg. No se utilizó semilla recolectada en Guatemala, debido a que no se había recolectado en la fecha que se inició el ensayo y no había en existencia en el Banco de semillas de INAFOR.

Se efectuó un sorteo, de los 5 tratamientos con las 4 repeticiones, para poder observar en una mejor forma las diferencias y la significancia de los resultados a obtener, el diseño de campo quedó distribuido de la siguiente forma:

E	A	B	D	C	C	D	B	A	E
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

BLOQUE No. 3

BLOQUE No. 4

D	E	A	B	C	E	B	A	D	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

BLOQUE No. 1

BLOQUE No. 2

Para el efecto se diseñaron 4 bloques al azar utilizando semilla de Tectona grandis bajo 5 diferentes tratamientos de escarificación, para poder probar el índice o porcentaje de germinación en una localidad específica. Los tratamientos para identificarlos, se les asignaron las siguientes letras:

- A - Testigo (sin tratamiento alguno)
- B - Remojamiento en agua.
- C - Agua con cal.
- D - Acido sulfúrico por 15 minutos.
- E - Acido sulfúrico por 30 minutos.

Por cada parcela se utilizaron 100 - semillas seleccionadas de la especie a investigarse, aplicándole el tratamiento respectivo.

4.2.7.2 Material Utilizado:

- Semilla
- Agua

- Cal viva
- Acido sulfúrico al 95 por ciento
- Bickers
- Pipetas
- Cubetas
- Bolsas plásticas
- Arena blanca
- Arena blanca
- Cernidor
- Metro
- Azadones
- Rastrillos
- Regaderas
- Mangueras
- Formularios para control de germinación
- Fotografías
- Mapa ecológico

4.3 Trabajo de Campo:

En el trabajo de campo se procedió de la siguiente manera:

4.3.1 Preparación del Semillero:

El semillero se hizo en un almácigo, al cual se le echó arena blanca cernida, con

un espesor de 10 cm. al nivel del suelo. (Se aprecia el almácigo en la fotografía No. 1). El suelo fue picado antes de echar la arena, con el fin de que éste proporcionara una mejor infiltración y drenaje del agua, como también una buena aireación. Posteriormente se procedió a marcar, dejando una distancia de 5 cm. entre plantas y 10 cm. entre surco. Este espaciamiento se hizo de esta forma debido a que las plantas tienen un rápido crecimiento y por lo general la mayoría de semillas son poliembriónicas. Se utilizaron dos almácigos para poder efectuar el ensayo del análisis de germinación, teniendo cada uno 5 mt. de largo por 1 de ancho, dejando cada parcela de un mt. de ancho por 0.5 mt. de largo.

4.3.2 Siembra:

Se sembró la semilla a una profundidad del doble de su diámetro, luego se tapó y se inició el primer riego; a pesar del espesor de la arena, ésta se mantenía húmeda - regándola dos veces al día; un riego por la mañana y otro por la tarde.

La siembra se realizó el día 14 de febrero de 1977 por la mañana.

4.3.3 Germinación:

La germinación se inició el día 9 de marzo, en el bloque 3, con 2 semillas germinadas pertenecientes al testigo. Posteriormente el día 12 de marzo, empezaron a germinar las semillas de los demás tratamientos en los diferentes bloques. El 11 de abril se procedió a efectuar el primer trasplante a bolsa, ya que las plantas tenían más de 3 cm. de altura y en algunos de los bloques se encontraban muy tupidas.

El día 14 de mayo se realizó el último conteo de germinación, por considerar-

se prudente el tiempo dejado a partir de la fecha en que germinó la primera semilla (63 días).

CUADRO No. 7

DATOS CLIMATOLOGICOS DE LA ESTACION MAS CERCANA A LA LOCALIDAD DONDE SE EFECTUO EL
ENSAYO DE GERMINACION

ESTACION 6.2.3 NOMBRE "JARDIN MIL FLORES" DEPARTAMENTO GUATEMALA

LATITUD 14° 27' LONGITUD 90° 38' ALTITUD 1189 mts.

AÑO: 1977 °C % Horas m.m. m.m.

M E S	TEMPERATURAS			ABSOLUTAS		PRESION ATMOSFERICA			HUMEDAD RELATIVA			INSOLACION		PRECIPITACION			Evap.
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Total	Media	Total	Días	Días	Som- bra
Enero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	249.7	8.1	0.0	0		6.6
Febrero	25.1	15.0	19.7	28.0	11.5	-	-	-	100	12	59	165.8	5.9	0.0	0		5.4
Marzo	29.2	12.6	22.2	32.0	9.5	-	-	-	98	39	72	201.6	6.5	0.0	0		6.4
Abril	29.4	14.2	22.7	31.0	9.0	-	-	-	100	34	73	188.8	6.3	23.0	4		5.8
Mayo																	
Junio																	
Julio																	
Agosto																	
Septiem.																	
Octubre																	
Noviem.																	
Diciem.																	
Anual																	

CAPITULO V

5.0 RESULTADOS:

5.1 Datos Obtenidos en el Diseño de Bloques al Azar:

Los resultados de germinación en las observaciones fueron los siguientes, en parcelas y medias de los bloques respectivamente, en un período de 63 días a partir de la primer semilla germinada. (ver cuadro No. 8).

CUADRO No. 8

TRATAMIENTOS

BLOQUE	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	TOTAL POR BLOQUES.
1	45	32	53	35	31	196
2	43	26	49	40	21	179
3	46	23	49	30	25	173
4	29	30	63	31	21	174
Totales por tratamiento	163	111	214	136	98	722
Medias de tratamiento	40.75	27.75	53.5	34	24.5	

Los resultados del análisis de Varianza de los datos del cuadro anterior, son los siguientes:

CUADRO No. 9

FUENTE DE VARIACION	g.1.	S.C.	C.M.	Fc	
Bloques	3	68.2	22.7	0.63	NS ¹
Tratamientos	4	2132.3	533.07	14.9	//
Error	12	429.3	35.8		
TOTAL	19	2629.5			

5.1.1 Calculos que se siguieron para la obtención de los datos del cuadro anterior:

5.1.1.1 Término de Corrección:

$$F_c = \frac{\left(\sum n \right)^2}{n} = \frac{(722^2)}{20} = \frac{521284}{20} = 26,064.5$$

5.1.1.2 Suma de Cuadrados Totales:

$$SCT = \sum n x^2 - F_c = (45^2 + 43^2 + \dots + 21^2) - 26064.5$$

$$SCT = 28694 - 26064.5 = 2629.5$$

1) NS = No Significativo

// = Altamente significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

5.1.1.3 Suma de Cuadrados de Tratamientos:

$$SCTrat. = \frac{4}{n} (\text{Totales Trat.}^2) - Fc =$$

$$SCTrat. = \frac{163^2 + 111^2 + 214^2 + 136^2}{4} - \frac{98^2}{4} = 26064.5$$

$$SCTrat. = \frac{112786}{4} - 26064.5 = 2132.3$$

5.1.1.4 Suma de Cuadrados entre Bloques:

$$SCB = \frac{4}{M} (\text{Totales de bloques}^2) - Fc$$

No. Parc. por bloque

$$SCB = \frac{196^2 + 179^2 + 173^2 + 174^2}{4} - 26064.5$$

$$SCB = 68.2$$

5.1.1.5 Suma del Cuadrado del Error:

$$SCE = SCT - SCTrat. - SCB = 2629.5 - 2132 - 68.2 = 429.3$$

5.1.1.6 La F de los tratamientos se obtiene así:

$$F \text{ Trat.} = \frac{SCTrat.}{SCE} = \frac{2132.3}{429.3} = 4.97$$

5.1.1.7 F en la tabla: (Ft)

Con 4 y 12 grados de libertad a 0.05 de probabilidad = 3.26

La Fc es mayor que la Ft

$$4.97 > 3.26$$

La diferencia entre tratamientos es significativa al 0.05 por ciento de probabilidad.

5.1.1.8 Cuadrado Medio:

$$\text{CMB} = \frac{\text{SCB}}{g1} = \frac{68.2}{3} = 22.7$$

$$\text{CMTrat.} = \frac{\text{SCTrat.}}{g.1} = \frac{2132.3}{4} = 533.07$$

$$\text{CME} = \frac{\text{SCE}}{g.1} = \frac{429.3}{12} = 35.8$$

5.2 Prueba de Duncan:

La prueba de Duncan se efectuó con el fin de analizar los resultados obtenidos científicamente del análisis de varianza.

$$5.2.1 \quad \text{ETM} = \sqrt{\frac{\text{CME}}{r}} = \sqrt{\frac{35.8}{4}} = 2.99$$

5.2.2 Medias de los Tratamientos:

$$\begin{aligned} C &= 53.5 \\ A &= 40.75 \\ D &= 34.0 \\ B &= 27.75 \\ E &= 24.5 \end{aligned}$$

5.2.3 Comparaciones entre tratamientos al 0.05 por ciento de probabilidad:

$$\begin{aligned} C - A &= 12.75 > 9.21 \quad / \\ C - D &= 19.5 > 9.66 \quad / \\ C - B &= 25.75 > 9.96 \quad / \\ C - E &= 29.0 > 10.05 \quad / \\ A - D &= 6.75 < 9.21 \quad \text{NS} \\ A - B &= 13.0 > 9.66 \quad / \\ A - E &= 16.25 > 10.05 \quad / \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D - B &= 6.25 < 9.21 \text{ NS} \\
 D - E &= 9.5 < 9.66 \text{ NS} \\
 B - E &= 3.25 < 9.21 \text{ NS}
 \end{aligned}$$

5.2.4 Comparación de medias de los tratamientos observado a los sesentay tres días después de la primer semilla germinada de Tectona grandis mediante la prueba de Duncan.

CUADRO No. 10

TRATAMIENTO	\bar{X}	NIVEL DE 0.05% DE PROBABILIDAD	
Agua con Cal	53.5		
Testigo	40.75		
H ₂ SO ₄ (15 min.Exp)	34.0		
Remojamiento (15 días)	27.75		
H ₂ SO ₄ (30 min.Exp)	24.5		

5.3 Posible distribución Ecológica de Tectona Grandis en Guatemala:

Para poder localizar la posible distribución ecológica de teca en Guatemala, nos basamos en el último estudio de Zona de Vida efectuado por el D. J. R. Holdrige en el año de 1975. El autor se basó en los siguientes parámetros: biotemperatura, precipitación y humedad. Basados en estos parámetros hemos localizado su distribución en la siguiente forma: (ver apéndice).

- 5.3.1 Bosque seco subtropical.
- 5.3.2 Bosque húmedo subtropical (templado).
- 5.3.3 Bosque húmedo subtropical (cálido).

5.3.4 Bosque muy húmedo subtropical (cálido)

5.3.1 Bosque seco Subtropical:

Se representa en el mapa con el símbolo bs-S.

5.3.1.1 Localización y Extensión:

Abarca una faja angosta de unos 3 a 5 kms. en el litoral del Pacífico, que va desde la frontera con México hasta el Salvador. Otra área se localiza en el Valle del Motagua; baja hacia el sur abarcando parte de Chiquimula hasta Quezaltepeque. También abarca parte de Jutiapa hasta San Cristóbal Frontera con el Salvador. Luego tenemos pequeñas áreas en el Valle de Salamá, Baja Verapaz y de Rabinal a Cubulco en el mismo departamento. Así mismo pertenece a esta zona de vida algunos valles del nor-oeste de Huehuetenango. La superficie total de esta zona de vida es de 4,011 km² aproximadamente, lo que representa el 3.68 por ciento de la superficie del país. (5)

5.3.1.2 Condiciones Climáticas:

Esta zona se caracteriza por tener días claros y soleados durante los meses que no llueve y parcialmente nublados de enero a abril, la época de lluvias corresponde esencialmente en los meses de junio a octubre. La precipitación varía de 500 mm. hasta 855 mm. como promedio total anual. La biotemperatura media anual para esta zona oscila entre 19°C y 24°C. La relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.5. El relieve es plano hasta accidentado, en la parte baja de la sierra de las minas. La elevación varía de 400 hasta 1200 m.s.n.m (5)

5.3.2 Bosque húmedo subtropical (calido):

Se representa en el mapa con el símbolo bh-S (c).

5.3.2.1 Localización y Extensión:

Esta zona de vida es un segmento del húmedo subtropical, que corresponde a la zona baja, donde la biotemperatura oscila entre los 30°C. Comprende una faja de 2 a 10 Km. de ancho que va desde el Salvador a México en la costa sur; también entra la parte norte del Petén que limita de este a oeste. La superficie total de esta zona de vida es de 25,417 km², lo que representa el 23.34 por ciento, ocupando el segundo lugar en extensión de la superficie total del país. (5)

5.3.2.2 Condiciones Climáticas:

Varía un poco entre la costa sur y la zona norte, tanto en precipitación como en biotemperatura. La costa sur tiene una precipitación de 1200 a 2000 mm. y la zona norte del Petén va de 1160 mm. hasta 1700 mm, como promedio total anual. Las biotemperaturas son de 27°C para la costa sur y 22°C para la zona norte. La evapotranspiración potencial puede estimarse en un promedio de 0.95. Su topografía es bastante suave. La elevación en la costa sur varía desde el nivel del mar hasta 80 m.s.n.m y en la parte norte del Petén de 50 a 275 m.s.n.m. (5)

5.3.3 Bosque húmedo subtropical (Templado):

Se representa en el mapa con el símbolo bh-S (t).

5.3.3.1 Localización y Extensión:

Esta zona es muy extensiva en Guatemala; el período en que las lluvias son más

frecuentes corresponde a los meses de mayo a noviembre variando en intensidad según la orografía que ocupan las áreas de la zona. La precipitación oscila de 1100 a 1349 mm. como promedio total anual. La biotemperatura media anual para esta zona varía entre -20°C a 26°C . La relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.0. La topografía en esta zona va de relieve ondulado a accidentado y escarpado. La elevación varía de 650 hasta 1700 m.s.n.m. (5)

5.3.4 Bosque muy húmedo subtropical (cálido):

Esta formación es la más extensa de Guatemala, ocupando el primer lugar en extensión y usos. Abarca la costa sur con una franja de 40 a 50 km. de ancho, que va desde México hasta la frontera con el Salvador; en el norte del país abarca el departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché, una parte del departamento de Huehuetenango y la parte sur del Petén. La superficie total de esta zona de vida es de $46,509 \text{ km}^2$, lo que representa el 42.71 por ciento de la superficie del país. (5)

5.3.4.1 Condiciones Climáticas:

Las condiciones climáticas de esta formación son variables por la influencia de los vientos; el régimen de lluvias es de mayor duración y varía desde 2136 mm. hasta -4327 mm. en la costa sur, promediando 3284 mm. de precipitación total anual. En la zona sur del Petén, por poseer menos datos se reportan precipitadamente de 1567 a 2066 mm anuales. La biotemperatura de 21°C a 25°C para la costa sur. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio 0.45. La elevación varía desde 80 hasta 1600 m.s.n.m. Se representa en el mapa por el símbolo bmh-S (c).

5.4 Ocurrencia de Semillas Poliembriónicas:

Se observaron en los diferentes bloques y tratamientos del análisis de germinación de semillas de Tectona grandis, que en varias de las semillas del ensayo ocurrió germinación de dos o más plántulas por semilla; ocurriendo en esta forma un total de 97 semillas, las cuales se distribuyeron de la siguiente forma:

CUADRO No. 11

RESULTADOS DE LAS SEMILLAS POLIEMBRIONICAS:

No. DE SEMILLAS	PLANTAS GERMINADAS POR SEMILLA
67	2
29	3
1	4
TOTAL 97	225

5.5 Arena Blanca:

Se considera que la preparación de la proporción de materiales utilizados como sustrato en germinación de la especie, reportó buenos resultados por cuanto conservó condiciones adecuadas para la germinación.

CAPITULO VI

6.0 DISCUSION:

Como en toda investigación científica, los resultados obtenidos juegan un papel importante para establecer los razonamientos positivos y negativos de la investigación efectuada.

En el presente ensayo se considera conveniente hacer las siguientes consideraciones:

La época en que se inició la siembra de la semilla de Tectona grandis fue el 14 de febrero de 1977, mes en el que la temperatura media osciló entre los 19.7°C, sin embargo en los meses de marzo y abril subió a 22.2°C y 22.7°C respectivamente; temperaturas que se consideran normales para la germinación de dicha semilla. Esto no quiere decir que no se siembre en otra época, ya que la semilla lo que necesita es suficiente riego para poder germinar, tomando en cuenta desde luego que las temperaturas no sean demasiado bajas para que no influyan en la germinación.

La prueba de Duncan en el diseño experimental utilizado, determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.05%.

Analizando detenidamente los resultados obtenidos en cada tratamiento con relación a los demás se tiene:

Agua con Cal (C):

Este tratamiento de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que fue el que mejores resultados dio, siendo el más alto entre las medias y fue significativo al

0.05% de probabilidad. No existiendo significancia entre este tratamiento y los otros utilizados. (ver cuadro No. 10)

Testigo:

El testigo demostró ser no significativo con respecto al tratamiento de Acido Sulfúrico por 15 minutos de exposición; sin embargo con relación a los tratamientos de Remojamiento en Agua y Acido Sulfúrico por 30 minutos sí demostró tener significancia, como se observa en el cuadro No. 10.

Este tratamiento (Acido Sulfúrico por 15 minutos de exposición), demostró ser no significativo con respecto al tratamiento de Remojamiento en Agua, como se observa en el cuadro No. 10.

Acido Sulfúrico (H₂SO₄ al 95%) por 30 minutos de Exposición:

Este tratamiento fue el que se alejó más en cuanto a resultados obtenidos en la prueba de Duncan, sin embargo no hubo significancia con el tratamiento de Remojamiento en Agua, observándose en el cuadro No. 10 que fueron los dos que más se alejaron de los otros tratamientos y el testigo.

En el caso del Acido Sulfúrico, sería conveniente efectuar otros análisis con concentraciones al 50, 40 y 75 por ciento para comparar datos y así sugerir posteriormente cuál sea el indicado.

No se presentaron plagas ni enfermedades en el semillero, a pesar de no haberse utilizado fertilizantes y fungicidas.

La germinación de las semillas de Tec-tona grandis en el ensayo nos demostró que la baja germinación de la semilla es eminente

te y que los resultados obtenidos están acordes a otras experiencias efectuadas en otros países, como se indicó anteriormente.

La facilidad del manejo en la manipulación del tratamiento de agua con cal y los resultados obtenidos por éste, nos indican que servirá en el futuro como un tratamiento con grandes posibilidades de uso, en investigaciones de análisis de germinación de semillas forestales.

CAPITULO No. VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- 1) De el análisis de los datos obtenidos se desprende que el tratamiento que mejor resultado dio fue el de Cal con Agua, aventajando además por su fácil manejo a los otros tratamientos.
- 2) Los resultados que más se acercaron a la aplicación de Cal con agua fueron los resultados del testigo.
- 3) Los tratamientos de Remojamiento en Agua y el Acido Sulfúrico con 30 minutos de exposición fueron los más pobres en germinación.
- 4) No se puede hacer comparación de resultados con ensayos anteriores, puesto que no se ha hecho investigación sobre la especie en Guatemala.
- 5) Las plantitas germinadas no sufrieron ningún ataque fungoso o de insectos durante el período de la investigación.
- 6) Los tratamientos con H₂SO₄ al 95% por espacio de 15 y 30 minutos afectó al embrión posiblemente por utilizar tan alta concentración.
- 7) El tratamiento por Remojamiento con Agua se observó en su germinación un bajo rendimiento, habiéndose podrido completamente la semilla no germinada.
- 8) A pesar de no haber utilizado ningún tipo de fertilizante, ni insecticida, las plantitas tuvieron un crecimiento rápido, encontrándose su estado fitosanitario

rio normal.

- 9) El distanciamiento que se dejó entre plantas y surcos, indudablemente permitió eliminar cualquier ataque posible de hongos, principalmente del Damping off.
- 10) Hubo significancia a nivel de 0.05 % de probabilidad en la prueba de Duncan entre los tratamientos, considerándose como el mejor al tratamiento de Agua con Cal.
- 11) La revisión de literatura enfatiza que normalmente la germinación de la especie es de un 20 a 70 por ciento, en el ensayo con el tratamiento de Cal con Agua dio una media de 53.5% de germinación, que se considera excelente, y por lo tanto existe posibilidad de producir la especie en condiciones de vivero, para una localidad parecida a Amatitlán.
- 12) La especie ensayada Tectona Grandis (teca) reportó en la investigación integral de la misma, un amplio rango de posibilidad de adaptación en las zonas exentas de heladas de la República.
- 13) Existe evidencia clara en nuestro medio del buen desarrollo y crecimiento de teca (Tectona grandis), de acuerdo a observaciones in situ en las localidades de la finca Camelia, Tiquisate; finca la Selva, Cocale e inmediaciones del Parcelamiento La Máquina y camino a Puerto Barrios.
- 14) En la mejor plantación localizada en la finca Camelia, Tiquisate, la especie investigada (Teca), reporta un cre

cimiento anual promedio de 2.33 cm. de diámetro, y un crecimiento en altura de 1 mt. anual; situación que la coloca dentro de el grupo de especies de madera fina latifoliadas de crecimiento precos en relación a especies autóctonas.

- 15) De acuerdo a la revisión de materiales y métodos para implementar el experimento, se detectó que en todos los ensayos sobre semillas forestales que se llevan a cabo en Guatemala, no se utiliza ningún tipo de diseño experimental para el análisis de resultados.
- 16) Para poder contar con datos claros y precisos sobre la calidad de las semillas forestales y su factibilidad de conservación y adaptación, son muy útiles los criterios de tipo estadístico que solamente se podrán obtener utilizando diseños experimentales en cada uno de los ensayos que se efectuen.
- 17) Se puede afirmar que el campo de la investigación forestal en nuestro medio donde se utilicen los métodos estadísticos y el diseño experimental se encuentra en una fase inicial.

De acuerdo a las conclusiones anteriores es factible recomendar lo siguiente:

- a) Ensayar el experimento en otra época y con mayor duración a fin de que abarque trasplante de la especie en Stump.
- b) Probar tratamientos con H_2SO_4 menos concentrado y diferentes tiempos.
- c) Utilizar el tratamiento de Agua con Cal en las proporciones utilizadas en la presente investigación, y en otras que consideren conveniente, no sólo en te-ca, sino también en todas las especies

forestales de testa dura.

- d) Sugerimos que la siembra en el semillero de teca (*Tectona grandis*), se realice en los meses de octubre a noviembre y se siembre en el campo definitivo en los meses de mayo a junio.
- e) Se debe descartar el uso de H_2SO_4 al 95% durante 15 y 30 minutos de exposición, ya que los resultados obtenidos no fueron los esperados.
- f) Es importante insistir en utilizar en escarificación de semillas de teca (*Tectona grandis*), el tratamiento de Remojamiento en Agua, pero con un menor tiempo.
- g) Se recomienda utilizar la especie *Tectona grandis* (teca) en proyectos de reforestación por sus características fisiológicas (crecimiento, desarrollo) además de su gran posibilidad de comercio en el mercado internacional y nacional.
- h) Sugerimos que se efectúen ensayos en semilleros de Teca (*Tectona grandis*), con el fin de determinar qué plagas o enfermedades afectan a la especie, no necesita de fertilizantes para su crecimiento en el semillero y las distancias de siembra de la semilla podrán ser de 5 cms. entre plantas y 10 cm. entre surcos, pues reduce el ataque principalmente de hongos.
- i) Es necesario comensar a utilizar métodos estadísticos y diseños experimentales no sólo en semillas, sino también en otras actividades silvícolas a nivel de investigación y experimentación.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR CUMES, JOSE MARIA, Guía para la elaboración y ejecución de un Plan de Manejo Forestal. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1975. pp. 3-6. (mimeografiado)
2. - - - - - Identificación de los árboles de Guatemala. Amatitlán, Guatemala, Ministerio de Agricultura, 1967. 9 p. (la. parte).
3. AGUILAR GIRON, JOSE IGNACIO. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala. 2a. ed. Guatemala, Tipografía Nacional, 1966. 383 p.
4. CARDENAS, MARIO H. Semillas y viveros. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, 1973. pp. 59-98. (mimeografiado).
5. CRUZ, J. RENE DE LA. Zonas de vida. - Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. pp. 3-6 (mimeografiado).
6. GUATEMALA, Ministerio de Agricultura , Sector Público Agrícola; Instituto Nacional Forestal. Política Forestal. Guatemala, Minist. Agr., INAFOR, 1976. 1.p. (mimeografiado).
7. HAIG, I. T., HUBERMAN, M. A. & AUNG DIN, U. Silvicultura tropical, Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1959. pp.76-86.
8. HOLANDA, Facultad de Agronomía; Departamento de Sivicultura. Wageningen.

Curso de Silvicultura de *Tectona grandis*. (s. f.). pp. 1-10 (mimeografiado).

9. INSTITUTO FORESTAL LATINOAMERICANO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION. Mérida, Venezuela. Boletín Bibliográfico No. 25-26. 1972. pp. 6-11.
10. KADAMBI, K. Silviculture and Management of Teak. Stephen f. Austin State University; School of Forestry. Nacogdoches, Texas. Bulletin 24. 1972. 214 p.
11. LAURIE, M. V. Prácticas de plantación de árboles en la Sabana Africana. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1975. pp.79-88.
12. LOMA, JOSE LUIS DE LA. Experimentación Agrícola. 2a. ed. México, Unión Tipográfica Hispanoamericana, 1966. 493 p.
13. METES, NICHOLAS S. Fitopatología. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Siguatepeque, Honduras. 1974. 86p.
14. MITTAK, W. L. Estimación de la deforestación y la reforestación necesaria. Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Guatemala. Roma, FAO, 1975. 20 p.
15. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Elección de especies arbóreas para plantación. Roma, FAO, 1959. 375 p.

16. - - - - - Métodos de plantación de bosques en el Africa Tropical. Roma, FAO, 1957. 375 p.
17. PADILLA, LUIS FERNANDO. Manual práctico sobre recolección, beneficio y siembra de las diferentes semillas de especies forestales. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1975. pp. 4-9. (mimeografiado).
18. PEREZ, A. ROLANDO. Ensayo de escarificación de Conacaste. Método nixtamal. Guatemala, Ministerio de Agricultura, DIGESA, 1972. pp.1-7. (mimeografiado).
19. RAMIREZ, CARLOS. Manual práctico para reforestación. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1977. 42 p. (mimeografiado).
20. RUIZ & ORONoz. Tratado Elemental de Botánica. 10a. ed. México D. F., Editorial E.C.L.A.L., S. A., 1967. 730 p.
21. SALAZAR, F. RODOLFO. Zonificación ecológica de Pinus Caribaea var. Honduras Barr y Golf y Tectona grandis Linn. Para Honduras. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro Tropical de enseñanza e Investigación. Depto. de Ciencias Forestales Tropicales. 1973. 120 p. (Tesis de Grado de Magister Scientiae).
22. SNEDECOR, GEORGE W. Métodos de estadística; su aplicación a experimentos en agricultura y biología. Buenos Aires, Argentina, A.C.M.E. Agency. 1948. 557 p.



FOTO NO. 1

Se observa uno de los almácigos donde se efectuó la siembra de la semilla del análisis de germinación de *Tectona grandis*.



FOTO No. 2

Varias plantas de *Tectona grandis* extraídas para compara el crecimiento del sistema radicular con respecto a su follaje. Se observan semillas que dieron origen a las plantitas y semillas sin germinar utilizadas en el ensayo.



FOTO No. 3

Plantas de *Tectona grandis* en el vivero las cuales fueron sembradas por el autor.



FOTO No. 4

Una planta de *Tectona grandis* que germinó y se encuentra creciendo vigorosamente a pleno sol.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE ILSIS-REFERENCIA



FOTO NO. 5



FOTO No. 6

En las fotos No. 5 y 6 se observan dos aspectos de una planta de *Tectona grandis* trasplantadas a bolsa plástica y crece vigorosa.

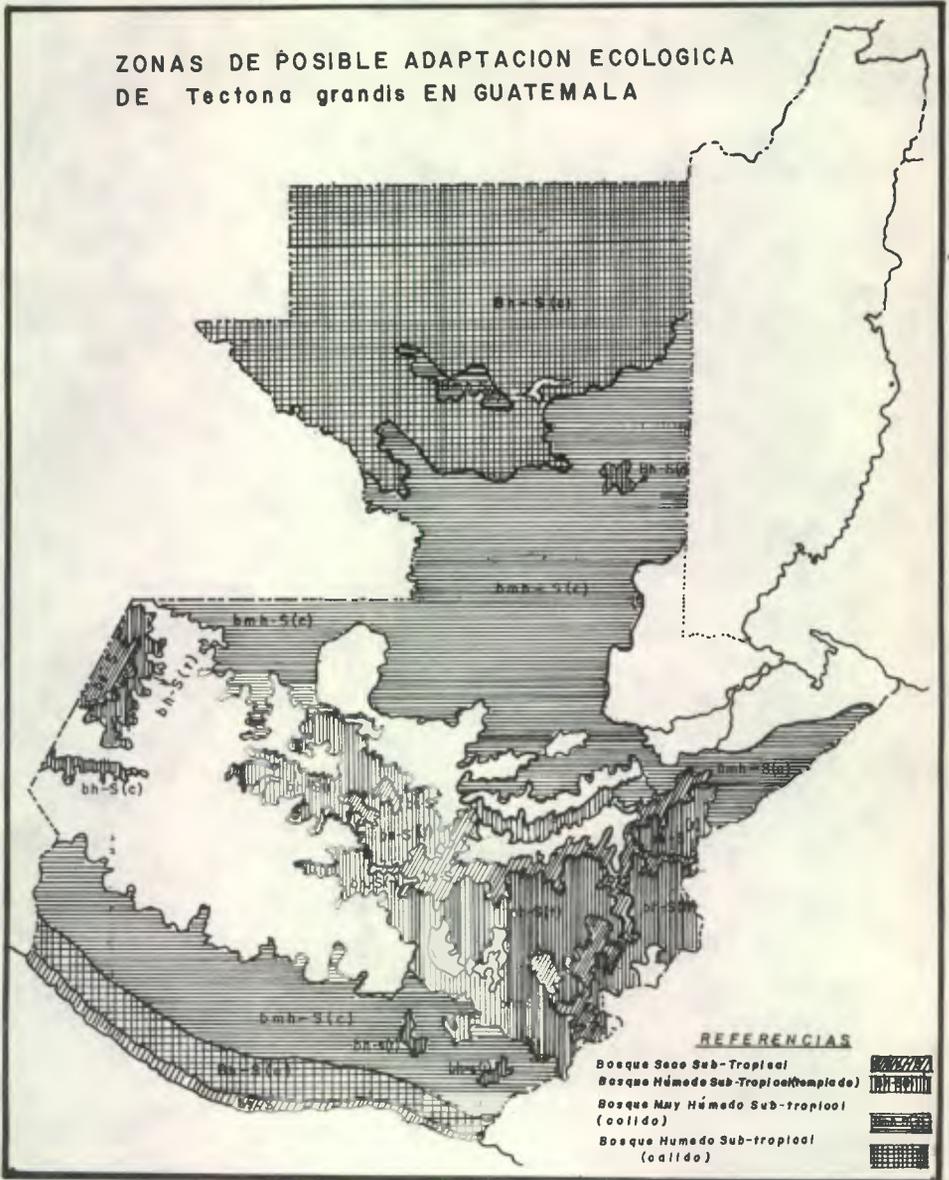


FOTO No. 7

Ejemplar de *Tectona grandis* en completo desarrollo y madures.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

ZONAS DE POSIBLE ADAPTACION ECOLOGICA
DE *Tectona grandis* EN GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

IMPRIMASE:

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Rodolfo Estrada González".



Ing. Agr. Rodolfo Estrada González
DECANO EN FUNCIONES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Agronomía
Ciudad Universitaria, Zona 12
Apartado Postal No. 1545