

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN  
INGENIERIA FORESTAL



**ESTUDIO DE GERMINACIÓN DE SEIS ESPECIES  
FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD,  
DEPARTAMENTO DE PETEN**

Por  
MARIO ROBERTO AROCHE ARRIAZA

Santa Elena de la Cruz, Flores, Petén, Octubre del 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN  
INGENIERIA FORESTAL



**ESTUDIO DE GERMINACION DE SEIS ESPECIES  
FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD,  
DEPARTAMENTO DE PETEN**

**TRABAJO DE GRADUACION**

**PRESENTADO AL CONSEJO DIRECTIVO  
DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MARIO ROBERTO AROCHE ARRIAZA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO FORESTAL  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO**

Santa Elena de la Cruz, Flores, Petén, Octubre del 2,005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN**

**CONSEJO REGIONAL**

**PRESIDENTE**

Ingeniero Mario Rodolfo Negreros Ruíz.

**SECRETARIO**

MSc. José Luis Cano Castellanos

**COORDINADOR ACADEMICO**

Licenciado Rony Samuel Rodas Castellanos

**REPRESENTANTE DOCENTES**

Ingeniero José Francisco Ochaeta Requena

**REPRESENTANTE DE LOS PROFESIONALES EGRESADOS**

Licenciado Anacleto Constancia Hernández

**REPRESENTANTE ESTUDIANTIL**

Br. Saúl Paau Maaz

Santa Elena de la Cruz, Flores, Petén, Octubre del 2005

Licenciado en Biología  
Rony Samuel Rodas Castellanos  
Coordinador Académico  
**Centro Universitario de Petén, CUDEP-USAC**

Estimado Licenciado:

De conformidad con las normas establecidas en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a su conocimiento el trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE GERMINACION DE SEIS ESPECIES FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, DEPARTAMENTO DE PETEN**, como requisito previo a optar el Título Profesional de :

**INGENIERO FORESTAL**

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,

**T.U. Mario Roberto Aroche Arriaza**  
Carnet 8840420

## **ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS:** Todopoderoso, por haberme dado la sabiduría y fuerzas necesarias para culminar mis estudios.

**A MIS PADRES:** Mario Aroche Reyes  
Teresa de Jesús Arriaza

Por haberme dado la vida, su amor y por enseñarme el camino correcto. Sea esta la recompensa de sus múltiples sacrificios, que DIOS los bendiga.

**A MIS HIJOS:** Mario Roberto Aroche Vidal con cariño y ejemplo a seguir  
Carlos Eduardo Aroche Vidal (t) como una ofrenda en homenaje a su memoria

**A MIS HERMANOS:** Alicia, Walter, Lorena (t), Johana, Rolando, Esvin, Enma, Elmer y Brenda Aroche..

**A MI FAMILIA:** En General.

**A:** Mis compañeros de estudio.

**Y:** A usted muy especialmente.

## **ESTUDIO QUE DEDICO.**

**A:** Mi Patria Guatemala.

**A:** Mi Departamento, Petén, departamento de exuberante selva tropical y rico en biodiversidad, laboratorio natural para la ciencia.

**A:** La Escuela Nacional Central de Agricultura por haberme introducido en el campo de la ciencia Forestal.

**Al:** Centro Universitario de Petén –CUDEP-, de la Gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-

**A:** La Carrera de Ingeniería Forestal del CUDEP

**Al:** Claustro de Catedráticos de la carrera de Ingeniería Forestal del Centro Universitario de Petén.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A MI ASESOR:** Ing. Agr. Carlos Mas Escalera, por que con su asesoría y sugerencias se mejoró esta investigación..

**ACIMARNAL:** Por el apoyo logístico brindado en la elaboración de la presente investigación, en especial a don Arístides Cruz Pérez.

Deseo agradecer al Ing. Forestal Glide Hendry Márquez por aportar sugerencias en la elaboración de esta investigación.

**A:** El Ing. Agr. Carlos Enrique Mas Escalera, Ing. Agr. Víctor Joel Marroquín y al Ing. Agr. Ramón Morales Cansino, por evaluar la presente investigación y aportar sugerencias para mejorarla.

**A:** El Programa Moscamed por su apoyo logístico en la elaboración de esta investigación.

## INDICE

	PAGINA
<b>RESUMEN</b>	v
1. <b>INTRODUCCIÓN</b>	1
2. <b>JUSTIFICACIÓN</b>	2
3. <b>OBJETIVOS</b>	
3.1. General	3
3.2. Específicos	3
4. <b>MARCO TEÓRICO</b>	4
4.1. Marco conceptual	4
4.1.1. Conceptos y definiciones	4
4.1.1.1. Angiospermas	4
4.1.1.2. Cápsula	4
4.1.1.3. Fruto	4
A. Fruto agregado	4
B. Fruto múltiple	4
C. Fruto simple	4
4.1.1.4. Germinación	4
4.1.1.5. Gimnospermas	5
4.1.1.6. Latencia	5
4.1.1.7. Latente	5
4.1.1.8. Periodo de germinación	5
4.1.1.9. Repetición	5
4.1.1.10. Semilla	6
A. Semillas germinadas	6
B. Viabilidad	6
4.1.1.11. Semillero	6
4.1.2. Descripción de las especies	8
4.1.2.1. Caoba ( <u>Swietenia macrophylla</u> )	8
A. Nombres comunes	8
B. Descripción botánica	8
C. Distribución y hábitat	8
D. Floración y fructificación	9
a. Sistema de recolección y Rendimiento	9
b. Procesamiento de frutos y semillas	9
c. Características físicas y de germinación	10
E. Almacenamiento de semillas	10
a. Manejo de la especie en vivero	11
b. Problemas fitosanitarios	12
c. Usos principales	12
4.1.2.2. Cedro	12
A. Origen y distribución	13
B. Descripción	13

C.	Usos	13
D.	Clima y suelos	13
E.	Propagación	13
F.	Producción	13
G.	Plagas y enfermedades	13
H.	Floración y dispersión de semillas	13
4.1.2.3.	Conacaste	14
A.	Usos	14
B.	Descripción	14
C.	Adaptación	14
D.	Propagación	14
E.	Origen y distribución	14
4.1.2.4.	Matilisguate	14
A.	Usos	15
B.	Descripción	15
C.	Adaptación	15
D.	Propagación	15
E.	Origen y distribución	15
4.1.2.5.	Palo blanco	15
A.	Usos	15
B.	Descripción	16
C.	Adaptación	16
D.	Semilla	16
4.1.2.6.	Guasibán	16
4.2.	Marco referencial	17
4.2.1.	Descripción del área	17
4.2.2.	Ubicación	17
4.2.3.	Condiciones climáticas	18
4.2.4.	Condiciones edáficas	18
4.2.5.	Población	18
4.2.6.	Actividades productivas	18
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	19
5.1.	Recolección de la semilla en el campo	19
5.1.1.	Determinación de las personas que recolectan semillas forestales	19
5.1.2.	Localización de las áreas de trabajo	19
5.1.3.	Secado de la semilla	19
5.2.	Diseño experimental de campo	19
5.2.1.	Tratamiento, repeticiones y unidad experimental	19
5.2.	Fase de campo	20
5.2.1.	Elaboración de tablonés	20
5.2.2.	Siembra	20
5.2.3.	Sombra	20
5.2.4.	Riego	20
5.2.5.	Toma de lecturas	20
5.3.	Fase de gabinete	21
5.3.1.	Tabulación de la información	21

<b>6.</b>	<b>PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	22
6.1.	Modelo estadístico	23
6.2.	Planteamiento de las hipótesis	23
6.3.	Regla de decisión	24
6.4.	Conclusiones	24
6.5.	Recomendaciones	24
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	28
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	29
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	28
<b>10.</b>	<b>ANEXO</b>	30
	Croquis de ubicación de los tablonos en el campo en un diseño de bloques al azar	32

## INDICE DE CUADROS

No.	CONTENIDO	PAGINA
Cuadro 1	Época de recolección y fecha de siembra de semillas de 13 especies forestales comerciales de Quintana Roo. México.	6
Cuadro 2	Germinación de 13 especies forestales comerciales de Quintana Roo.	7
Cuadro 3	Germinación de 13 especies forestales comerciales de Quintana Roo	7
Cuadro 4	Tabla de datos de germinación de las especies en estudio	22
Cuadro 5	Valor de normalidad para los datos de germinación	23
Cuadro 6	Análisis de varianza	24
Cuadro 7	Comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey	25
Cuadro 8	Tiempos de germinación	26

## INDICE DE GRÁFICAS.

GRAFICA 1.	Comportamiento de germinación	33
GRAFICA 2.	Porcentaje de germinación	34

# **ESTUDIO DE GERMINACIÓN DE SEIS ESPECIES FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, DEPARTAMENTO DE PETEN.**

## **RESUMEN**

El presente trabajo trata del estudio de germinación de seis especies forestales, en el municipio de la Libertad, departamento de el Petén, cuya semilla fue recolectada de árboles madre silvestres ubicados en la zona, en perfecto estado de maduración natural y verificando que no fueran árboles muy jóvenes, ni muy viejos para evitar variabilidad en la germinación.

Para ello se analizó un lote de semillas, y el estado que guarda éste al momento de su siembra o almacenamiento, partiendo del conocimiento y aplicación de ciertas pruebas sencillas, como son: porcentaje de pureza, número de semillas por kilogramo, contenido de humedad, viabilidad y porcentaje de germinación. Estas pruebas aún cuando son indispensables y de gran utilidad para quienes están relacionados con los procesos de producción de plantas, generalmente no se realizan, por lo tanto se desconoce la calidad de la semilla. Por ello se busca proporcionar a los bancos de germoplasma forestal, información básica para realizar ensayos que permitan a los viveristas y planificadores de la producción de planta conocerla y manejarla.

La metodología que se utilizó fue la siguiente:

Primero se ubicaron las áreas de recolección de semillas y se procedió a recolectar las semillas y secarlas.

Posteriormente se realizó la fase de campo que consistió en la elaboración de diez y ocho tabloncitos, finalmente la siembra, colocación de sombra, riego y toma de lecturas.

Para la realización del experimento se usó el diseño experimental de bloques al azar concluyendo que por lo menos un tratamiento es diferente a los demás, por lo que se realizó prueba múltiple de medias, determinándose que el matilisque alcanzó el cien por ciento seguido por el cedro con un 78 % y el palo blanco con un 76.67 %.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las semillas son el medio natural que utilizan las plantas para reproducirse, dispersarse y perpetuarse en su medio. A través del tiempo, el hombre ha aprendido a manipular estos procesos con el propósito de satisfacer sus necesidades de alimentación, vivienda y producción de materias primas para la elaboración de un sin número de productos.

El desarrollo de la humanidad ha estado vinculado al conocimiento de las plantas, principalmente de sus semillas, que han permitido al hombre reproducirlas y mejorarlas para su beneficio. En este proceso han participado todas las culturas, y en los últimos años los países se han visto en la necesidad de ponerse de acuerdo sobre los parámetros que permiten valorar la calidad de las semillas de las especies que utilizan.

Existen diversos factores que influyen en la calidad de semilla en un lote determinado, entre ellos, los relacionados con el manejo de la especie, el clima y los agentes bióticos; que normalmente se manifiestan durante la formación y desarrollo de los frutos.

Para analizar un lote de semillas, y conocer el estado que guarda éste al momento de planear su siembra o almacenamiento, debe partirse del conocimiento y aplicación de ciertas pruebas sencillas, como son: porcentaje de pureza, número de semillas por kilogramo, contenido de humedad, viabilidad y porcentaje de germinación. Estas pruebas aún cuando son indispensables y de gran utilidad para quienes están relacionados con los procesos de producción de planta, generalmente no se realizan, por lo tanto se desconoce la calidad de la semilla. Por ello, se busca proporcionar a los bancos de germoplasma forestal, información básica para realizar los ensayos que permitan a los viveristas y planificadores de la producción de planta conocer y manejar para el lote seleccionado.

Es importante conocer los patrones de germinación de las semillas de las especies forestales para poder manejar su germinación en el bosque natural y en el vivero. La germinación es un conjunto de eventos que suceden para lograr la emergencia del embrión de la semilla y su desarrollo para convertirse en una planta independiente.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En el departamento de Petén existe muy poca información técnica sobre los procesos de germinación natural de especies forestales en el área. Aunque existe conocimiento empírico de los periodos de germinación y épocas de recolección de semillas, por lo que se necesita una sistematización y documentación por zona de estos procesos de acuerdo a factores climáticos, edáficos y topográficos específicos del área de estudio; para las especies Caoba (Swietenia macrophylla king), Cedro (Cedrella odorata), Conacaste (Enterolobium cyclocarpum), Matilsguate (Tabebuia rosea), Palo blanco (Tabebuia donnell-smithii), y Guasibán (Pithecolobium leucocalyx) en condiciones naturales, lo que constituye que no se disponga de plantas del tamaño adecuado en vivero para llevar al campo definitivo, en época apropiada, lo cual se determinó en este estudio.

En la práctica, el propósito principal en el análisis de las semillas es contar con una estimación precisa de la capacidad de un lote de semillas para la producción de plantas sanas, vigorosas y adecuadas para la plantación en el campo. También nos proporciona información importante de las épocas de recolección de semillas de las seis especies en estudio. Además es de importancia, debido a que se requiere para la planificación de las actividades en el vivero y en las plantaciones forestales.

Por lo tanto será de mucho beneficio a viveristas y reforestadores en general, en calidad de las plantas, cantidad, época de siembra y costo de producción por planta.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. General

Hacer el estudio de germinación de las especies forestales Caoba (Swietenia macrophylla king), Cedro (Cedrella odorata), Conacaste (Enterolobium cyclocarpum), Matilisguate (Tabebuia rosea), Palo blanco (Tabebuia donnell-smithii), y Guasibán (Pithecelobium leucocalyx) en el municipio de la Libertad, departamento de Petén.

#### 3.2. Específicos

- 3.2.1. Analizar el porcentaje de germinación en condiciones normales para las especies en estudio.
- 3.2.2. Establecer las diferencias estadísticas en germinación de las especies en estudio
- 3.2.3. Hacer un estudio sobre el tiempo de germinación en condiciones normales para las especies en estudio.

## **4. MARCO TEÓRICO.**

### **4.1. Marco Conceptual**

#### 4.1.1. Conceptos y definiciones

##### 4.1.1.1. Angiosperma

Clase de plantas en la cual la semilla se forma dentro de un fruto.

##### 4.1.1.2. Cápsula

Este tipo de fruto se deriva de un ovario compuesto, es decir, un ovario formado por dos o más carpelos unidos. Cada carpelo de la cápsula produce desde unas cuantas, hasta muchas semillas. Las cápsulas, al secarse, se abren de varias maneras: 1) a lo largo; 2) por poros hacia la parte superior de cada carpelo (amapola); 3) por una hendedura transversal.

##### 4.1.1.3. Fruto

Fruto es el ovario maduro de una planta, junto con cualquier parte de la flor que se haya desarrollado íntimamente adherida a él.

- A. Fruto Agregado es aquel fruto que se ha desarrollado de varios pistilos en Una flor, como la fresa o zanahoria.
- B. Fruto Múltiple es aquel fruto desarrollado de un grupo de flores con una Base común, como el higo.
- C. Fruto Simple es el fruto desarrollado de un solo pistilo u ovario, el cual puede ser simple o compuesto.

##### 4.1.1.4. Germinación

La germinación es un conjunto de eventos que suceden para lograr la emergencia del embrión de una semilla y su desarrollo para convertirse en una planta independiente.

Este proceso consiste en una serie de cambios bioquímicos y físicos que pueden ser diferenciados en tres etapas: (1) absorción de agua por imbibición, lo que causa el hinchamiento de la semilla y la ruptura de las cubiertas que la rodean , (2) inicio de la actividad enzimática que se manifiesta por una elevación en las tasas de respiración y asimilación, lo que significa el uso y traslocación de las reservas alimenticias a los puntos de crecimiento y (3) alargamiento y división celular que resulta en la emergencia de la radícula y la plúmula ( Parraguirre 1,992).

La germinación de las semillas es el primer paso en el proceso de la reproducción de las especies vegetales. Aunque no es el único mecanismo que estas tienen para preservarse, sí es uno de los más importantes, ya que permite que la población mantenga la variabilidad genética necesaria para hacerla más resistente a los cambios adversos.

De la Garza y Ortega (1981) citado por Parraguirre (1,992) estudiaron los factores que limitan la germinación de las semillas forestales tropicales, evaluaron el efecto de la temperatura en la germinación de cinco especies y encontraron que 30 °C fue la mejor temperatura. Así mismo estudios realizados por Vázquez y Orozco (1982) citados por Parraguirre (1,992) determinaron que la fluctuación de la temperatura favorece la germinación y que esas fluctuaciones generalmente se presentan en claros del bosque.

#### 4.1.1.5. Gimnospermas

Clase de plantas que produce semillas pero no frutos. Como las semillas no son producidas en un ovario, se les denomina desnudas, de allí el nombre.

#### 4.1.1.6. Latencia

Condición interna de la química o etapa de desarrollo de una semilla viable que impide su germinación aunque se proporcionen humedad y temperaturas adecuadas para la germinación.

#### 4.1.1.7. Latente

En estado de latencia. Un estado de reposo que debe ser “roto” por el tiempo o por condiciones especiales, antes que pueda germinar una semilla puesta en condiciones de temperatura y humedad apropiadas para su crecimiento.

#### 4.1.1.8. Periodo de Germinación

Es el número de días transcurridos entre el inicio de la germinación y la germinación de la mayoría de las semillas.

#### 4.1.1.9. Repetición

Duplicación o repetición más o menos exacta de una prueba o experimento para asegurar o aumentar la confianza en los datos obtenidos. Por ejemplo, a cinco pruebas idénticas se les puede llamar cinco repeticiones. Los resultados de las cinco pruebas tomadas en conjunto son más confiables que los resultados de una sola prueba.

#### 4.1.1.10. Semilla

Óvulo maduro consistente de la planta en embrión junto con una reserva alimenticia, todo rodeado por una cubierta protectora. Generalmente se desarrolla de que una célula de huevo es fertilizada por una célula generatriz masculina proveniente de un grano de polen. En algunas especies se forman las semillas sin intervención de la célula masculina y están formadas por entero de tejido material. Esas semillas son llamadas apogámicas.

##### A. Semillas Germinadas

Cuando el cotiledón ha emergido del sustrato, en caso que se entierren las semillas; si las semillas se colocan en papel secante o toalla se tomarán como tales (geminadas) cuando hayan dejado salir el cotiledón de la envoltura.

##### B. Viabilidad

Semilla capaz de vivir.

Semilla viable es aquella que en circunstancias apropiadas es capaz de germinar. Una semilla viable puede o no tener una germinación inmediata.

Las semillas tienen que ser viables para que haya germinación y que las condiciones ambientales que las rodean sean favorables, como por ejemplo humedad alta, temperatura adecuada, buen intercambio gaseoso y luz.

#### 4.1.1.11 Semillero

Es el lugar donde se siembran las semillas hasta el momento de su germinación (es el proceso mediante el cual la semilla madura y sale para empezar a recibir los rayos del sol )

**Cuadro 1.** Epoca de recolección y fecha de siembra de semillas de 13 especies forestales comerciales de Quintana Roo, México.

Nombre Común	Nombre científico	Epoca de Recolección	No. De semillas/Kg.	Fecha de siembra
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Mayo	17,200	mayo 23
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Marzo – abril	3,500	abril 6
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	Febrero – marzo	40,000	abril 23
Chacal	<i>Bursera simaruba</i>	Abril	10,800	abril 19
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	julio – agosto	9,760	agosto 26
Jabín	<i>Piscidia communis</i>	mayo – junio	78,400	junio 16
Kanisté	<i>Pouteria campechiana</i>	Agosto	490	Septiembre 2
Katal-ox	<i>Swartzia cubensis</i>	abril – mayo	17,200	abril 27
Negríto	<i>Simarouba glauca</i>	abril – mayo	2,200	mayo 25
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	julio – agosto	300	julio 26
Sericote	<i>Cordia dodecandra</i>	mayo – junio	410	junio 22
Tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	Septiembre	39,000	Septiembre 23
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	mayo – junio	2,510	junio 22

**Cuadro 2.** Germinación de 13 especies forestales comerciales de Quintana Roo.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>G%</b>	<b>D1</b>	<b>D75</b>	<b>D100</b>
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	78	5	11	13
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	95	15	25	40
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	74	11	22	30
Chacal	<i>Bursera simaruba</i>	14	13	22	38
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	24	7	13	31
Jabín	<i>Piscidia communis</i>	73	6	10	32
Kanisté	<i>Pouteria campechiana</i>	64	53	97	117
Katal-ox	<i>Swartzia cubensis</i>	70	19	35	47
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	38	26	28	48
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	47	10	16	24
Sericote	<i>Cordia dodecandra</i>	57	12	22	47
Tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	34	8	8	20
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	92	28	40	58

**Cuadro 3.** Germinación de 13 especies forestales comerciales de Quintana Roo, ordenados por D75

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>G%</b>	<b>D1</b>	<b>D75</b>	<b>D100</b>
Tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	34	8	8	20
Jabín	<i>Piscidia communis</i>	73	6	10	32
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	78	5	11	13
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	24	7	13	31
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	47	10	16	24
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	74	11	22	30
Chacal	<i>Bursera simaruba</i>	14	13	22	38
Sericote	<i>Cordia dodecandra</i>	57	12	22	47
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	95	15	25	40
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	38	26	28	48
Katal-ox	<i>Swartzia cubensis</i>	70	19	35	47
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	92	28	40	58
Kanisté	<i>Pouteria campechiana</i>	64	53	97	117

#### 4.1.2. Descripción de las especies

##### 4.1.2.1. Caoba (*Swietenia macrophylla* King)

###### **Familia: Meliaceae**

###### A. Nombres comunes

Caobo, Cóbano (Tabasco); Kenak-che (Yucatán); Rosadillo, zopilotl (Veracruz); Tzopilo, tzontécomatl (náhuatl); Puná (Iacandón); Tzutzul (Chiapas); Caoba, caoba de hoja grande, caoba del sur, caoba del Atlántico (México, América Central y Colombia); mogno, aguano, araputanga (Brasil); Mahogany Honduras, acajou du honduras (Guadalupe); oruba (Venezuela); Mara (Bolivia); mahoni (Surinam).

###### B. Descripción botánica

Es un árbol grande, que llega a alcanzar una altura de 35 hasta 60 m y diámetros de 75 a 250 cm; es de follaje perenne y puede ser caducifolio en las zonas más secas de su distribución, su copa es ancha y redondeada. Presenta raíces extendidas y profundas. La base del fuste presenta contrafuertes grandes y tablares, bien conformados, de hasta 3m de alto, sobre todo en los árboles viejos. El tronco es recto, ligeramente acanalado, libre de ramas hasta un 50% de su altura total; la corteza es profunda y ampliamente fisurada, áspera, de color gris a pardo rojizo.

Las hojas son compuestas, dispuestas en espiral, grandes, de 12 a 40 cm de largo incluyendo el pecíolo, con 3 a 6 pares de folíolos opuestos, de color verde oscuro. Esta especie es monoica, las inflorescencias están dispuestas en pequeñas panículas de color verde amarillento de hasta 15 cm de largo, con flores pequeñas de cinco pétalos blanco-amarillentos y dulcemente perfumadas. Las flores masculinas son más abundantes que las femeninas y muy parecidas.

La madera de la albura es de color blanco a rosado, y la madera del durámen es de color rojizo, rosáceo, salmón o marrón, con un olor característico (debido a los aceites y resinas que posee) y sabor amargo. La madera es liviana a moderadamente pesada, con peso específico de 0.51 a 0.57; de fácil aserrado y secado. Domínguez et al (1,998).

###### C. Distribución y hábitat

Se distribuye desde el sur de México y sobre la vertiente del Atlántico; en Centro América, desde Belice hasta Panamá; Venezuela, Colombia y parte de la amazonia en Perú y Brasil. Forma parte de las selvas altas o medianas, perennifolias y subperennifolias.

En México se distribuye solamente en la vertiente del Golfo, desde el norte de Puebla y Veracruz, hasta el sur de la Península de Yucatán. Se le encuentra a bajas elevaciones, desde los 50 a los 750 msnm y en ocasiones hasta los 1500 msnm.

Encuentra sus mejores condiciones de desarrollo en las zonas más húmedas de las regiones tropical y subtropical, con intervalos de precipitación, desde los 1,600 hasta los 4,000 mm anuales, alcanzando sus mejores desarrollos en sitios con precipitaciones entre 2,640 y 3,000 mm anuales, con una estación seca de cero a cuatro meses. El intervalo de la temperatura también es muy amplio, reportándose temperaturas promedio anuales de 24 a 28 °C, con media de las mínimas de 11 a 22 °C y media de las máximas de 26 a 35 °C; no soporta las heladas. Crece en diversos tipos de suelos, aunque prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica; su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco-arenosos o arcillosos, fértiles, de origen calizo o aluvial, con buen drenaje interno y externo, y un pH entre 6.9 y 7.7 (Dominguez et al 1,998)

#### D Floración y fructificación

Flores: Los árboles de caoba alcanzan su madurez reproductiva entre los 12 y 15 años de edad. La floración ocurre durante los meses de abril a junio, en función de la localidad de que se trate; la fructificación es de diciembre a enero y la recolección de semillas se puede realizar durante los meses de enero a abril.

Frutos: El fruto es una cápsula erecta, elongada a elongada ovoide en forma de pera; de color café rojiza; de consistencia leñosa, lisa o ligeramente verrugosa, con 4 y 5 valvas; de 10 a 22 cm de largo y de 6 a 10 cm de ancho.

Semillas: La semilla es alada, de color café rojizo, liviana, de 7.5 a 8.9 cm de largo y de 2 a 2.5 cm de ancho, de sabor amargo y astringente.

##### a. Sistema de recolección y rendimiento

Los frutos se recolectan directamente de los árboles seleccionados, cuando las cápsulas adquieren un color café claro y antes de que se abran. Se recomienda coleccionar los frutos de la parte media y alta de la copa. La producción de frutos varía de 125 a 148 Kg por árbol.

Cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas. Los rendimientos en promedio varían de 3.8 a 4.5 Kg de semilla por árbol

##### b. Procesamiento de frutos y semillas

Una vez que los frutos han sido recolectados y clasificados, se transportan de inmediato en sacos de yute ó rafia a un sitio techado, donde pueden extenderse sobre plástico, lonas, pisos de cemento o harneros, aproximadamente por 5 días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran lentamente. Luego se trasladan a un patio de secado y se asolean por periodos de 4 horas, durante 3 días.

La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente durante dos o tres días, evitando que se deshidraten en exceso (9 a 12% de humedad). Para eliminar las alas de la semilla se friccionan manualmente. Una vez separadas las

semillas, se eliminan las impurezas, usando un tamiz apropiado, quedando listas para su siembra o almacenamiento.

c. Características físicas y de germinación

**Calidad física:** Un kilogramo de semillas contiene un promedio de 1850 semillas, aunque puede variar entre 1400 y 2300 semillas. Los porcentajes de pureza varían entre 95 y 99%, con un contenido de humedad inicial reportado de entre 9 y 12%

**Germinación:** Las semillas presentan una alta capacidad germinativa, alcanzando 90 % en semillas recién colectadas.

La germinación se lleva a cabo rápidamente a temperaturas altas y el 90% de las semillas viables germina en una o dos semanas después de la siembra, y finaliza a la sexta semana.

**Tratamientos pregerminativos:** El tratamiento más utilizado consiste en sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente, durante 24 o 48 horas, antes de su siembra.

E. Almacenamiento de semillas

Las semillas de caoba son recalcitrantes, conservan su poder germinativo hasta por 10 meses (almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de papel), aunque varios estudios han demostrado que la viabilidad de las semillas disminuye considerablemente; de ahí que se recomiende sembrar la semilla de la temporada.

Es posible almacenar las semillas satisfactoriamente en refrigeración, en bolsas de plástico herméticamente cerradas, pudiendo conservar la viabilidad por más de 4 años. Algunos estudios reportan buenos niveles de viabilidad en semillas almacenadas hasta 8 años a 4°C, con un contenido de humedad del 4%. Previo a su almacenamiento es necesario tratar las semillas con algún fungicida (Captán o Arazán, de 0.5 a 1.0 gramo por kilogramo de semillas), ya que las semillas son muy sensibles al ataque de hongos.

a. Manejo de las especies en vivero

La siembra en almácigo se realiza en mini surcos separados 10 cm entre sí, colocando la semilla a una profundidad de 2 cm. Los substratos de los almácigos más recomendables para esta y otras especies tropicales, son aquellos con la menor fertilidad posible y un buen drenaje, como la arena de río al 100%. Los almácigos deben protegerse del sol directo (malla media sombra o palapas), para controlar la evaporación y prevenir daños a las plántulas. El trasplante se efectúa a las cuatro semanas de la siembra, cuando las plántulas han alcanzado entre 5 y 10 cm de altura. Es necesario realizar una clasificación previa de las plántulas, eliminando aquellas que presenten malformaciones de raíz o de la parte aérea. A las plántulas con raíces muy largas, se les puede podar la parte terminal, procurando conservar el primer tercio de la raíz, para evitar la "cola de cochino".

Ya en las platabandas, es necesario proteger las plantas con media-sombras (malla, palamas, ramas, etc.) por un período de 20 a 30 días después del trasplante. Después de este periodo se debe retirar esta protección para lograr una adecuada lignificación de las plantas.

Las plantas de caoba requieren normalmente de 12 a 20 semanas después del trasplante para alcanzar el desarrollo óptimo para su plantación en terreno definitivo. El ciclo de producción en vivero es de cuatro a seis meses para lograr plantas bien desarrolladas, con tallas de 40 a 60 cm de altura.

Si la técnica de producción es de "siembra directa", el procedimiento consiste en colocar dos semillas por envase, a una profundidad de 2 cm. Una vez que se presente la germinación, se elimina cuidadosamente una de las plántulas y se deja una sola, o bien, una de las plántulas se transplanta a otro envase. Se tienen experiencias de que la siembra directa en envase es mejor que la siembra en almácigos, ya que se evitan los contratiempos del trasplante, se reduce el estrés de la planta, se evita la poda de raíz y la "cola de cochino".

En ambos casos se recomienda utilizar bolsas de polietileno negro de 13 a 15 cm de ancho por 18 a 23 cm de alto, calibre 400, con fuelle y suficientes perforaciones en la base para facilitar el drenaje.

Los envases se llenan con un sustrato rico en materia orgánica y previamente desinfectado.

La producción de planta de caoba a raíz desnuda es quizás el método más económico y popular en varias regiones del Sudeste Mexicano. Este método consiste en sembrar las semillas sobre "camas" o "melgas" acondicionadas con suelo fértil debidamente removido. Las semillas se siembran cada 10 o 15 cm sobre pequeños surcos, espaciados de 15 a 20 cm entre sí. Las plantas se dejan crecer hasta alcanzar una talla de 1 a 1.5 m y se poda la mayor parte del follaje, obteniendo pseudo estacas de 30 a 40 cm de alto. Una vez realizada la poda se extrae la planta con la mayor cantidad de raíz, se empacan y se llevan al sitio de plantación, evitando la deshidratación de las mismas.

La producción de planta en contenedores es quizás el método más prometedor para esta especie, toda vez que se pueden obtener plantas de mejor calidad radicular que cualquiera de los métodos antes descritos y con menores costos, tanto de producción como de plantación. En el vivero militar de Tierra Blanca, Veracruz se ha estado produciendo planta de caoba en contenedores de poli estireno con paredes de cobre de 77 cavidades (170 cm<sup>3</sup>) con buenos resultados; aunque sería recomendable experimentar con contenedores de plástico de conos intercambiables, para mejorar el desarrollo foliar de las plantas (Domínguez et al 1,998).

b. Problemas fitosanitarios a nivel de vivero

La plaga que mayor daño causa a las plantaciones de caoba es el barrenador de la yema de las Meliaceas, el lepidóptero *Hypsipylla grandella* que ataca además los frutos y semillas. Esta plaga provoca graves daños a la planta, tanto en el vivero como en las plantaciones, por lo que se recomienda utilizar planta de buena calidad tanto física como genética y combinar la plantación con otras especies de árboles, o también con cultivos agrícolas y frutales.

Otra plaga que se presenta en plantaciones de esta especie, es *Chrysobothris yucatanensis* Van Dyke, coleóptero barrenador que ataca principalmente en las excoiaciones que sufre la corteza en la base del tallo, en los primeros 30 centímetros a partir del suelo, por el lado de mayor exposición al sol.

En plantas de un año en vivero, se presenta a veces el ataque de barrenadores como los curculiónidos, que si no se detecta a tiempo, pueden dañar el 100% de las plantas de manera irreversible.

El combate de *Hypsipylla grandella*, se ha logrado en un 95% con manejo integrado de la plaga, haciendo uso de insecticidas químicos y control biológico con *Beauveria basiana*. Aunque este último método no se ha generalizado aún en el Sudeste de México por ser una tecnología relativamente nueva, en el estado de Veracruz se reporta la producción comercial de este producto y su utilización con buenos resultados (Domínguez et al 1,998).

c. Usos principales

Es muy probable que esta sea la especie maderable más fina, por su excelente calidad, color, jaspeado, resistencia, maleabilidad y durabilidad. La madera tiene alto valor comercial y demanda, tanto nacional como internacional. Se emplea para la fabricación de muebles finos, construcciones livianas, molduras, decoración de interiores, chapa, triplay, acabados, embalajes y construcción de embarcaciones.

Se le utiliza muy frecuentemente como árbol ornamental a orillas de caminos, y como árbol de sombra en áreas de cultivo, sobre linderos y en traspatios. También se reporta que las semillas tienen propiedades medicinales en el tratamiento de la tifoidea. Se le considera como la base de la industria forestal maderable tropical de México (Domínguez et al 1,998).

4.1.2.2. Cedro (*Cedrella odorata*):

Nombre Botánico: *Cedrella odorata*.

Familia: Meliaceae

A. Origen y Distribución: De acuerdo con Geilfus, F. (1,994) el cedro es originario de los bosques húmedos de América, desde México hasta el Amazonas, pasando por las Antillas. Se planta en muchas áreas de América y también en África.

B. Descripción: Geilfus, F. (1,994) dice que el cedro alcanza una altura de hasta 35 metros y que puede alcanzar cerca de 1 metro de diámetro; las hojas son grandes, compuestas de 5 a 11 pares de folíolos. Las flores pequeñas huelen a ajo; el fruto contiene muchas semillas aladas.

C. Usos: La madera se asemeja a la caoba, es aromática. Es fuerte, fácil de trabajar y de pulir, se usa para construcción, carpintería, ebanistería fina, cajas de cigarrillos, etc.. Es resistente a los insectos.

D. Clima y suelos: De acuerdo con Geilfus, F. (1,994) el clima más adaptado es húmedo cálido, con pluviosidad desde 1,500 hasta 5,000 mm por año, con una estación seca definida. Se encuentra en Colombia hasta 2,400 metros de altura.

Necesita suelos profundos, frescos y bien drenados en los valles; puede crecer en suelo arcillosos o calizos. Los suelos calizos son favorables.

E. Propagación: El cedro se propaga por semillas y por tocones (seudo estacas). De acuerdo con Geilfus, F. (1,994) hay de 18,000 hasta 40,000 semillas por kilo. Conservan por poco tiempo su poder germinativo. En nevera y en seco se puede conservar un año.

Se siembran en semilleros, donde germinan en 8 a 20 días.

F. Producción: De acuerdo con Geilfus, F. (1,994) el Cedro alcanza alrededor de 1.50 m de altura por año. Se hacen entresaques desde 7-10 años, y el aprovechamiento final a los 40 años.

Puede producir 13 metros cúbicos por hectárea y por año sobre una rotación.

G. Plagas y Enfermedades: La plaga más peligrosa es la mariposa "*Hypsipila grandella*" que ataca los brotes terminales de los árboles jóvenes. Ataca sobre todo los árboles pequeños (menores de 4 meses) por lo cual se utilizan tocones altos que crecen más rápido.

H. Floración y Dispersión de semillas

De acuerdo con una entrevista realizada a Nery Vásquez (identificador de árboles de la Fundación Naturaleza para la Vida) el árbol de cedro inicia a florear en el mes de Noviembre y dispersa sus semillas naturalmente entre los meses de abril a mayo. Esta semilla de cedro es un poco más tardada para dispersar sus semillas o para madurar que la semilla de caoba.

#### 4.1.2.3. Conacaste

Nombre científico: (*Enterolobium cyclocarpum*)

Familia: Leguminosae

##### A. Usos:

Madera fina, leña, forraje, sombra, producción de miel. La pulpa o vaina se usa para Jabón.

B. Descripción: Es un árbol de hasta 30- 35 metros de alto. Este árbol es uno de los grandes de América Central. Hojas – compuestas con 5 – 15 parepinnas. Hojuelas – 20-30 pares, 8 –15 mm de largo. Fruto una vaina enrollada con el aspecto de una oreja de color café y leñosa con 10 semillas grandes. Resiste al comején (Philip 1,995).

##### C. Adaptación:

Crece en zonas cálidas, semi- húmedas con estación seca prolongada. También se da bien en zonas húmedas. Altitud de 0- 700 metros. Clase de suelos - requiere de suelos bien drenados y da su crecimiento máximo en suelos neutros, no ácidos.

##### D. Propagación:

Meses de recolectar semillas - febrero a junio. Semillas por libra 1,500. Tratamiento de semillas - se ponen en agua caliente ( 80 °C 2 minutos y dejar en agua al tiempo 1- 3 días. Cómo reproducir - siembra directa en bolsa o siembra directa en el campo si hay suficiente humedad. Días que tarda para nacer – 3-5. tiempo en vivero 12 semanas . Maneras de sembrar – plantación, cercas, árboles en población para sombra y alimento de ganado (Philip 1,995).

##### E. Origen y distribución:

Es nativo de América Central desde el sur de México hasta Colombia. Es común también en las Antillas. Se ha introducido de Asia.

#### 4.1.2.4. Matiliguat

Nombre científico: (*Tabebuia rosea*)

Familia: Bignoniaceae

A. Usos:

Leña, carbón, madera, miel, ornamental, madera fina, postes, mangos de herramientas.

B. Descripción:

Un árbol grande hasta 30 metros de altura. Hojas – compuestas con hojuelas de 10-25 centímetros de largo. Flores- tienen corolas de 6- 8 centímetros de largo en racimos grandes muy vistosos de color rozados a blancos. El fruto es una silicua.

C. Adaptación:

Crecen en zonas altas y lluviosas, zonas templadas, zonas costeñas, zonas bajas y cálidas. Altitud de 100- 1,200 metros. Toleran hasta 4 meses de sequía. Clases de suelos - tolera suelos pobres también suelos periódicamente inundados.

D. Propagación:

Meses de recolectar semillas - febrero a mayo. Tiempo que se puede guardar las semillas – 6 meses. Tratamiento de las semillas - ninguno. Cómo reproducir - siembra directa en bolsa, falsa estaca. Días que tarda para nacer – 7- 20. Tiempo que tarda en vivero – 2 meses. Maneras de sembrar – plantación , cerco vivo (Philip 1,995).

E. Origen y distribución:

Crece desde México hasta Colombia y Venezuela.

4.1.2.5. Palo blanco

Nombre científico: (*Tabebuia donell-smithii*)

Familia Bignoniaceae

A. Usos:

Se usa como ornamental y para sombra a la orilla de carreteras, parques y hogares. Su madera es valiosa y duradera en muebles, chapas, estructural y leña.

#### B. Descripción:

Es un árbol de una altura máxima de 25-35 metros de alto y esto lo alcanza a los 25 a 30 años y su crecimiento varía de 1-3 centímetros por año

#### C. Adaptación:

Esta se adapta desde México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Hawai, Puerto Rico y Ecuador.

#### D. Semilla

Las vainas pueden recolectarse cuando su color cambia de verde a marrón amarillento. Es preferible recolectarlas del árbol, pero también se pueden recolectar pequeñas cantidades del suelo, deben sevarse al sol por 2-3 semanas y duran hasta un año.

#### 4.1.2.6. Guasibán

Nombre científico: (*Pithecelobium leucocalyx*)

Arbol mediano , con diámetros hasta de 75 centímetros, corteza grisáceo- café o blanquecina, fisurada. Fuste recto, sin contrafuertes o muy pequeños. Hojas bipinadas de 20 a 30 centímetros de largo, 3-6 pares de pinnas secundarias, con 5-9 pares de foliolos, los dos últimos más grandes , los demás opuestos y casi rectangulares, 1-2 glándulas entre la primera y segunda pinna. Puede haber glándulas entre los primeros pares de foliolos. Flores de filamentos y pétalos blancos, tomentosos los últimos. Fruto legumbre de 6-10x2-3 centímetros, un poco curva , de ápice redondeado y mucronado, base redondeada, pedúnculo en el ángulo, cafesácea, dura. Especie petenera muy a fin es *Pithecelobium saman*, el cenícero, de foliolos muy pubescentes, pedúnculos de las flores muy largos y estambres rosados; fruto de 10 –20 centímetros de largo, azucarado.

## 4.2. Marco referencial

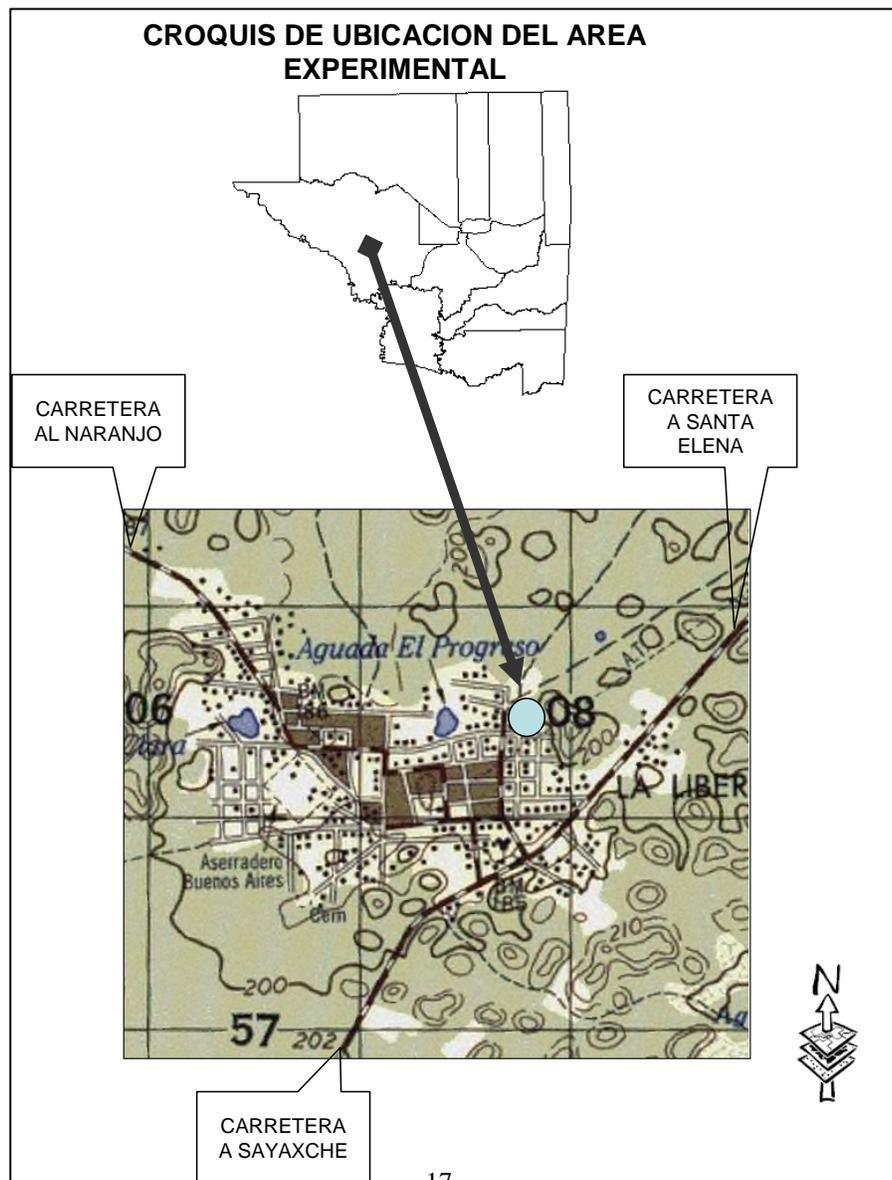
### 4.2.1. Descripción del área:

El área de la Libertad con escasas fuentes de agua en la población abastecidos sus habitantes por pozos que ellos han construido y agua potable.

No habiendo servicio eléctrico y agua potable. Posee tres escuelas de nivel primario y un instituto básico, centro de salud, un salón social, así como iglesia católica, evangélica y sabática (Tobías, H. A. 1,990).

### 4.2.2. Ubicación:

La cabecera del municipio de la Libertad, se encuentra ubicada a 30 kilómetros del área central y 70 kilómetros a la frontera con México en línea recta, en el cuadrante 23,25. con una extensión de 3 kilómetros cuadrados que comprende el casco de la población y áreas aledañas que es ejido municipal (ver Croquis de ubicación del área experimental) (Tobías, H. A. 1,990).



#### 4.2.3. Condiciones climáticas:

Esta área presenta un clima cálido con estaciones de época de lluvias y época seca bien definidas con temperaturas medias de 24 grados centígrados y una humedad relativa de 75 a 80 % con una altura sobre el nivel del mar de 130 metros y precipitaciones optimas para el desarrollo de especies forestales (De La Cruz, E. 1,9982).

#### 4.2.4. Condiciones edáficas:

Sus suelos presentan topografía plana, mecanizables, con textura franco arcillosa, bien drenados, poco profundos, con diversidad de hospederos en el casco de la población y áreas aledañas con explotación ganadera aunque con potenciales para la producción de papaya y maní (Simmons 1,959)

#### 4.2.5. Población:

La mayoría de sus habitantes son originarios de otras partes del país en las que podemos mencionar el sur y oriente del país, que son los que se dedican al ganado y agricultura. Gran parte de las personas de occidente se dedican al comercio.

#### 4.2.6. Actividades productivas:

En un 30 % se dedica a la producción ganadera especialmente carne y leche en pequeñas cantidades. Mientras que en 40 % lo ocupan los pequeños productores agrícolas para maíz, frijol, maní y arroz y un 30 % que se dedica a las plantaciones forestales.

La comercialización de los productos tanto ganaderos como agrícolas es con intermediarios en el que ellos dicen ser muy bajos por lo que se constituyen en poco rentables.

## **5. METODOLOGIA:**

Para la realización del presente estudio se propuso que la metodología desarrollada consiste en tres etapas:

- Recolección de la semilla en el campo
- Elaboración de tablones y siembra
- Fase de gabinete.

### **5.1. Recolección de la semilla en el campo**

5.1.1. Determinación de las personas que recolectan semillas forestales:

Se determinaron tres personas que se dedican a la recolección de semillas forestales en la aldea la Esperanza, haciéndose los contactos con una de ellas para la recolección.

5.1.2. Localización de las áreas de trabajo

Posteriormente se determinaron las áreas donde existen árboles madres semilleros de estas especies en perfectas condiciones de producir semilla. Sacándose semilla de por lo menos tres árboles y que llenaron las características de ser buenos árboles madre

5.1.3. Secado de la semilla:

Después de cosechados los frutos se procedieron a secarlos al sol en forma manual y se removieron para que el secado fuera uniforme, después se extrajo la semilla quedando lista para la siembra y posteriormente se extrajo en forma manual las semillas las cuales estuvieron listas para la siembra.

### **5.2. Diseño experimental de campo**

El diseño experimental que se utilizó es el diseño de bloques al azar, por efecto de las características del área en el cual se llevó a cabo el experimento. En el manejo del experimento se trató de que este fuera lo más homogéneo posible

5.2.1. Tratamiento, repeticiones y unidad experimental

Los tratamientos están representados por semillas de las seis especies en estudio o sea que se evaluaron seis tratamientos.

Las repeticiones incluyen tres bloques en los que se distribuyeron aleatoria mente los seis tratamientos.

La unidad experimental fue representada por cien semillas, siendo 18 unidades experimentales evaluadas.

El área de cada unidad experimental que se utilizó para evaluar la germinación de las semillas tiene 1 metro de ancho por 2 metros de largo.

### **5.3. Fase de campo:**

#### 5.3.1. Elaboración de tablonces :

Se construyeron 18 tablonces de un metro de ancho y 2 metros de largo con un espesor de 20 centímetros y se usó tierra en una proporción de 1 :1, es decir 1 parte de tierra negra y 1 de arena. Estos tablonces se desinfectaron con agua caliente.

#### 5.3.2. Siembra :

Se sembraron las seis especies de árboles forestales, una en cada tablón y tres repeticiones, las semillas se colocaron a cada 10 centímetros entre plantas y a 20 centímetros entre surcos a una profundidad de 2 centímetros.

#### 5.3.3. Sombra :

Se colocó sombra a todos los semilleros a una altura de 1 metro, esta fue de palma de corozo, cuyo objetivo es brindarle protección del sol durante los primeros días de emergidas las plántulas.

#### 5.3.4. Riego

Se aplicó un riego diario a cada tablón hasta alcanzar el máximo porcentaje de emergencia y posteriormente cada 3 días para que se desarrollaran las semillas.

#### 5.3.5. Toma de lecturas:

Estas se realizaron diariamente al iniciarse la germinación de las semillas, hasta que se comprobó que las semillas que no germinaron estaban descompuestas.

#### **5.4. Fase de gabinete:**

##### 5.4.1. Tabulación de la información:

Esta se realizó cuando ya se disponía de todos los datos, para elaborar el informe y se usó una computadora con su respectiva impresora, Asíéndose un análisis estadístico en bloques al azar y se calcularon los porcentajes (ver cuadro 8).

## 6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó un experimento en bloques al azar con 6 tratamientos siendo los siguientes:

Tratamiento 1 (T1) :	Caoba
Tratamiento 2 (T2) :	Cedro
Tratamiento 3 (T3) :	Conacaste
Tratamiento 4 (T4) :	Matilisguate
Tratamiento 5 (T5) :	Palo Blanco
Tratamiento 6 (T6) :	Guasibán

Y tres repeticiones deseándose determinar el % de germinación de cada especie y las diferencias estadísticas entre cada tratamiento. A continuación podemos ver cuadro de datos con los % de germinación por tratamiento y sus respectivos promedios por tratamiento y repetición.

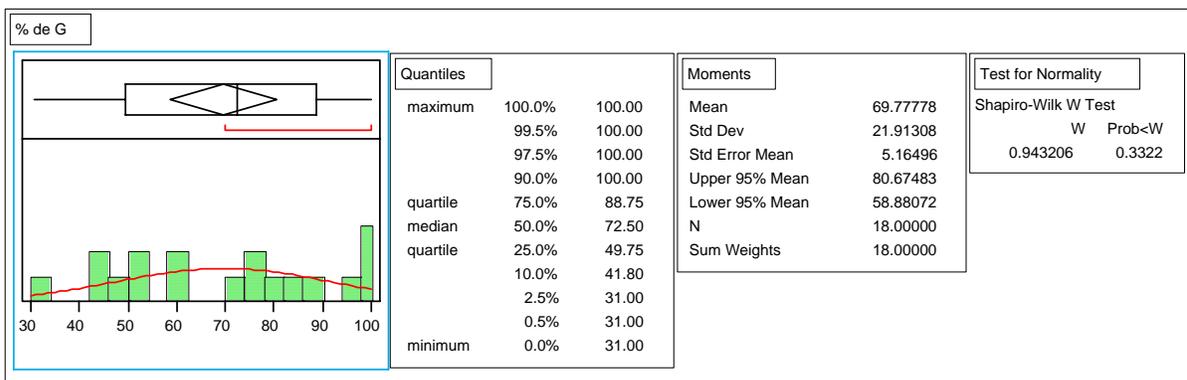
**Cuadro 4. Tabla de datos de germinación de las especies en estudio**

Repeticiones	Tratamientos						TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6		
I	70	80	75	100	83	43	451	75.17
II	53	60	77	100	87	49	426	71.00
III	44	94	50	100	60	31	379	63.17
<b>TOTAL</b>	<b>167</b>	<b>234</b>	<b>202</b>	<b>300</b>	<b>230</b>	<b>123</b>	<b>1256</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>55.67</b>	<b>78.00</b>	<b>67.33</b>	<b>100.00</b>	<b>76.67</b>	<b>41.00</b>		

El cuadro 4 muestra la germinación obtenida por tratamientos y repeticiones, presentándose los porcentajes de germinación de la 18 unidades experimentales.

Los promedios de germinación en condiciones naturales indican que los tratamientos T6 y T1 están por debajo del 60 % de germinación y el tratamiento T4 alcanzó el óptimo de germinación presentándose una gran variabilidad de germinación entre tratamientos pero no entre repeticiones

**Cuadro 5. Valor de normalidad para los datos de germinación**



Como puede verse en el cuadro anterior la prueba de normalidad indica que la distribución de los datos de germinación, de los promedios de las seis especies evaluadas, presentan distribución normal de acuerdo con la probabilidad de Shapiro Wilk que fue de 0.3322, por lo que la comparación entre tratamientos fue hecha por medio de un análisis de varianza para diseño de bloques al azar. Con el programa de computación J.M.P. versión 3.2.1.

### 6.1. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + E_{ij} \quad \begin{matrix} I = 1,2,3,\dots,t \\ J = 1,2,3,\dots,r \end{matrix}$$

De donde

- $Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $ij$  - esima unidad experimental
- $\mu$  = Efecto de la media general
- $T_i$  = Efecto del  $i$  - esimo tratamiento
- $B_j$  = Efecto del  $j$  - esimo bloque
- $E_{ij}$  = Error experimental en la  $ij$  - esima unidad experimental

### 6.2. Planteamiento de las hipótesis

$$\begin{matrix} H_0. & = & T_i & = & T & \text{para todo } I \\ H_a. & = & T_i & = & T & \text{para al menos un } i \end{matrix}$$

### Cuadro 6. Análisis de varianza

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo				
<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Repeticion 1	6	451	75.16666667	352.566667
Repeticion 2	6	426	71	412.4
Repeticion 3	6	379	63.16666667	778.566667
Tratamiento 1	3	167	55.66666667	174.333333
Tratamiento 2	3	234	78	292
Tratamiento 3	3	202	67.33333333	226.333333
Tratamiento 4	3	300	100	0
Tratamiento 5	3	230	76.66666667	212.333333
Tratamiento 6	3	123	41	84

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Repeticion	445.4444444	2	222.7222222	1.4532734	0.279222041	4.102815865
Tratamientos	6185.111111	5	1237.022222	8.07163054	0.0027625	3.325837383
Error	1532.555556	10	153.2555556			
Total	8163.111111	17				

### 6.3. Decisión

Se rechazó la Hipótesis nula y se aceptó la Hipótesis alternativa, por lo que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

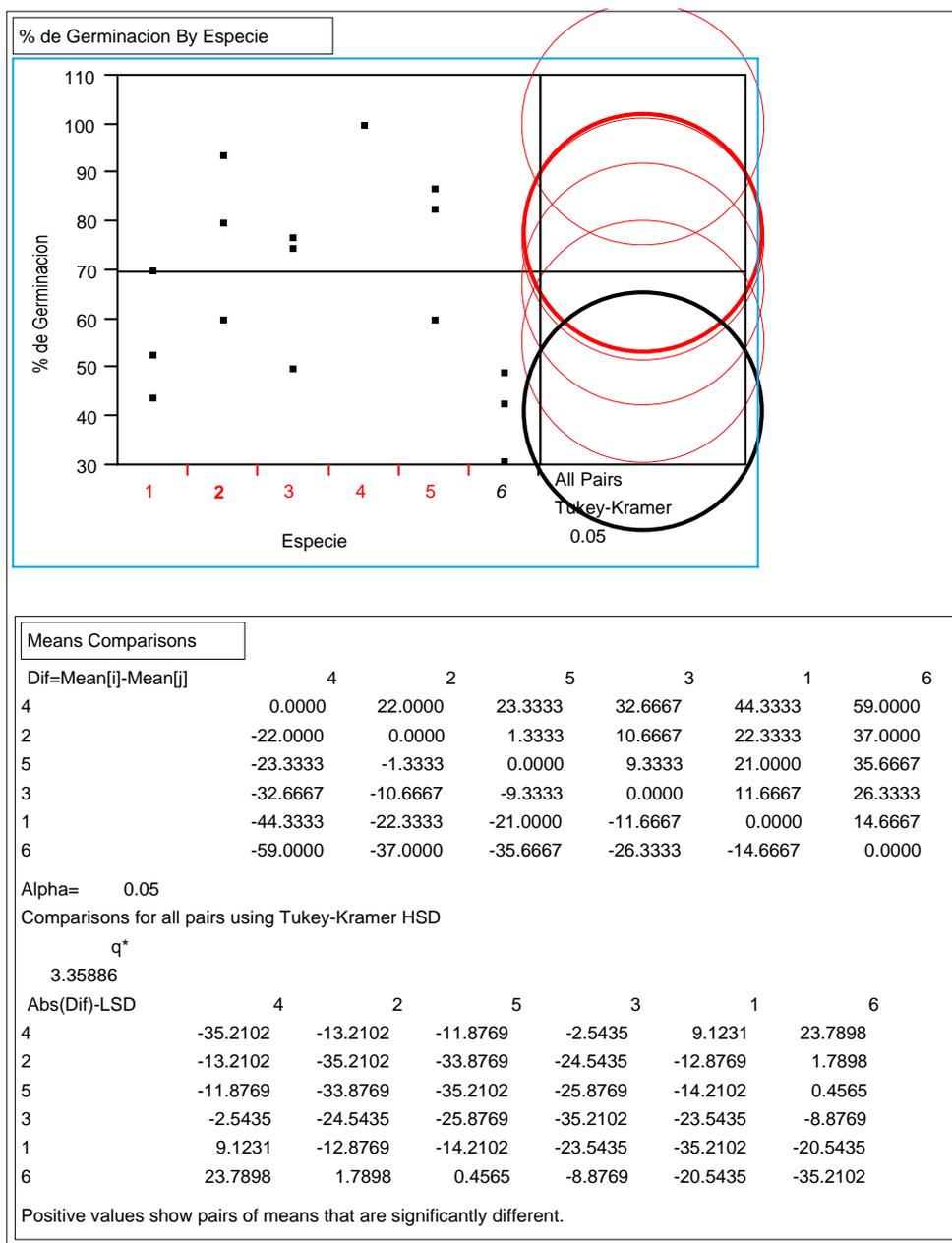
### 6.4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza debemos de rechazar la  $H_0$ . Y aceptar la  $H_a$ ., es decir que por lo menos uno de los tratamientos es diferente a los demás estadísticamente y con un nivel de significancia del 95 %.

### 6.5. Recomendaciones

Hacer prueba múltiple de medias, para ver cual tratamiento es mejor.

**Cuadro 7. Comparación múltiple de medias, a través de la prueba de Tukey.**



A través del análisis de varianza se comprobó, que existen diferencias significativas entre la germinación de los tratamientos o especies en estudio. Estas diferencias se pueden observar en el cuadro 6. Análisis de varianza, ya que FC es mayor que Ft al 95 % de nivel de significancia. Para determinar cuales son los tratamientos que causan la variación o son diferentes o iguales a otros tratamientos, se utilizó la comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey, obteniéndose los siguientes resultados:

- El tratamiento 1 (T1) estadísticamente es diferente a todos los tratamientos ( T2, T3, T4, T5 Y T6)

- El tratamiento T2 es igual o no presenta diferencias estadísticamente significativas en cuanto a germinación con el tratamiento T5 y es diferente a los demás tratamientos (T1, T3, T4 y T6).
- El tratamiento T3 estadísticamente es diferente en cuanto a germinación a todos los demás tratamientos (T1, T2, T4, T5 y T6)
- El tratamiento T4 en cuanto a germinación estadísticamente es diferente a todos los demás tratamientos (T1, T2, T3, T5 y T6)
- El tratamiento T5 es igual o no presenta diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento T2 y es diferente a los demás tratamientos (T1, T3, T4 y T6)
- El tratamiento T6 en cuanto a germinación estadísticamente es diferente a todos los tratamientos ( T1, T2, T3, T4 y T5)

**Cuadro No. 8. Tiempos de germinación**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>G%</b>	<b>D7</b>	<b>D25</b>	<b>D53</b>
Caoba	( <i>Swietenia macrophylla</i> Kig)	55.67	0	104	167
Cedro	( <i>Cedrella odorata</i> )	78.00	0	195	234
Conacaste	( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> )	67.33	35	199	202
Matiliguat	( <i>Tabebuia rosea</i> )	100.00	113	300	300
Palo Blanco	( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	76.67	0	113	230
Guasibán	( <i>Pithecelobium leucocalyx</i> )	41.00	0	87	123

El cuadro anterior nos presenta un consolidado de los tiempos de germinación por especie de árbol en estudio y los porcentajes de los mismos.

El tratamiento T1 comenzó a germinar a los 22 días después de la siembra y terminó de germinar a los 44 días después de la siembra alcanzado un 55.67 % de germinación.

El tratamiento T2 comenzó a germinar a los 9 días después de la siembra y terminó de germinar a los 41 días después de la siembra alcanzando un 78 % de germinación.

El tratamiento T3 comenzó a germinar a los 7 días después de la siembra y terminó de germinar a los 28 días después de la siembra alcanzando un 67.33 % de germinación

El tratamiento T4 comenzó a germinar a los 9 días después de la siembra y terminó de germinar a los 25 días después de la siembra alcanzando el 100 % de germinación.

El tratamiento T5 comenzó a germinar a los 9 días después de la siembra y terminó de germinar a los 34 días después de la siembra alcanzando un 76.67 % de germinación.

El tratamiento T6 comenzó a germinar a los 9 días después de la siembra y terminó de germinar a los 53 días después de la siembra alcanzando un 41 % de germinación

## 7. CONCLUSIONES

- La especie Caoba (*Swietenia macrophylla King*) germinaron 167 semillas con un 55.67 % de germinación a los 44 días después de la siembra y estadísticamente diferente a todos los tratamientos.
- El cedro (*Cedrella odorata*) germinaron 234 semillas con un 78 % de germinación a los 41 días después de la siembra y no presenta diferencias estadísticamente significativas en cuanto a germinación con la especie palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) y es diferente a los demás tratamientos.
- El conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) germinaron 202 semillas con un 67.33 % de germinación a los 28 días después de la siembra y estadísticamente es diferente a todos los tratamientos.
- El matiliguete (*Tabebuia rosea*) germinaron 300 semillas con un 100 % de germinación a los 25 días después de la siembra y estadísticamente es diferente a todos los demás tratamientos.
- El palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) germinaron 230 semillas con un 76.67 % de germinación a los 34 días después de la siembra y es igual o no presenta diferencias estadísticamente significativas con el cedro (*Cedrella odorata*) y es diferente la germinación con todos los demás tratamientos.
- El guasibán (*Pithecelobium leucocalyx*) germinaron 123 semillas con un 41 % de germinación a los 53 días después de la siembra y estadísticamente es diferente a todos los demás tratamientos.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar la semilla de matisliguante recolectada en el campo para la elaboración de semilleros ya que en este estudio alcanzó el 100% de germinación en condiciones naturales sin la aplicación de ningún tipo de escarificación
- El cedro y el palo blanco alcanzaron 78 % y 76.67 % de germinación en condiciones naturales, por lo que no se recomienda ningún tipo de escarificación y está en el rango mínimo aceptable de germinación.
- Mientras que el Guasibán únicamente alcanzó el 41 % de germinación considerándose bajo, por lo que se recomienda realizar algún tipo de escarificación para incrementar el porcentaje de germinación
- A la semilla de conacaste debe realizársele cualquier tipo de escarificación, aunque de preferencia el de escarificación por medio de agua caliente, por ser un tratamiento económico, fácil y efectivo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

DE LA CRUZ, E. 1,982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Guatemala, 42 pag.

DOMÍNGUEZ, A. F. A. Et al. 1,998. Regionalización de Potencial Productivo de 27 especies forestales en el estado de Veracruz. SAGAR-INIFAP-CIRGOC. Informe Técnico. México, 111 p.

GEILFUS, F. 1,994. El árbol, al servicio del agricultor, Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural. ENDA-CARIBE/ CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2. Guía de especies. 778 pag.

PARRAGUIRRE LEZAMA, C. 1,992. Germinación de las semillas de trece Especies Forestales comerciales de Quintana Roo. Memorias del Taller de Madera, Chicle, Caza y Milpa. Quintana Roo, México. P-67-80.

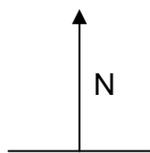
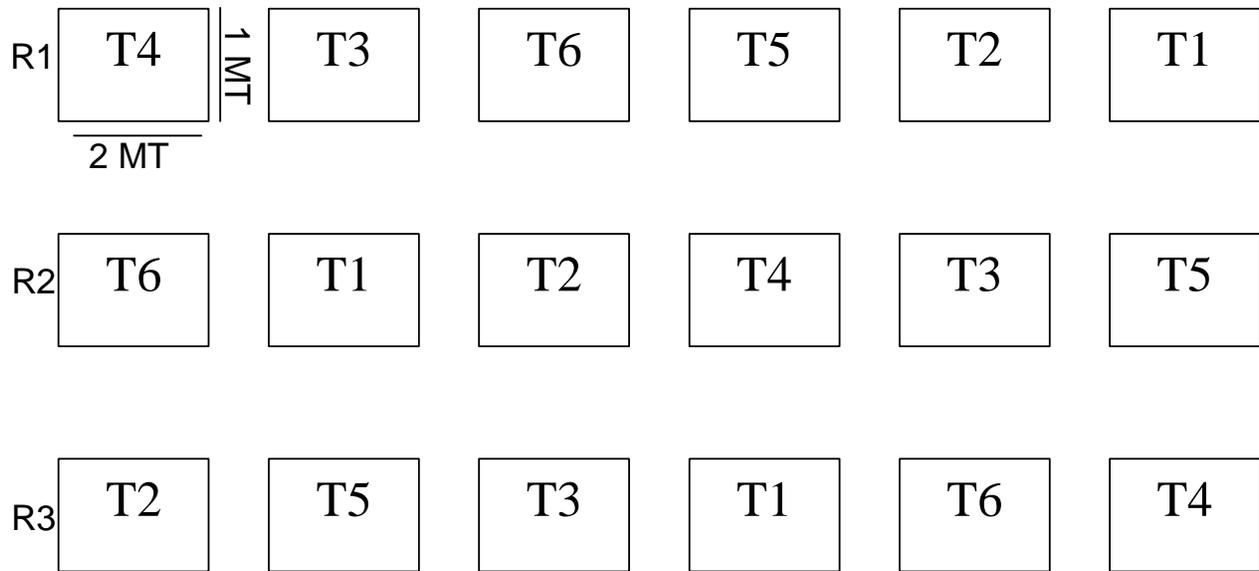
PHILIP, S. MILLER 1,995. Guía para la identificación de árboles comunes. Para. Técnicos. Forestales de Guatemala. Editorial Vile. Guatemala, 50 pag.

SIMMONS, C. S.; TARANO, J. M. 1,959. Clasificación de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona Editorial José de Pineda Ibarra. Guatemala, Guatemala 1,000 pag.

TOBÍAS, H. A. 1,990. Los suelos del departamento del Petén. Documento para el Curso de manejo de los recursos naturales renovables. DIGEBOS - FAUSAC. Guatemala 12 pag.

# **10. ANEXO**

## CROQUIS DE UBICACION DE LOS TABLONES EN EL CAMPO EN UN DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR



TRATAMIENTOS:

T1 CAOBA

T2 CEDRO

T3 CHICHIPATE

T4 GUASIBAN

T5 CONACASTE

T6 MATILISGUATE



Gráfica No. 2  
Porcentaje de Germinación

