

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

Evaluación de la germinación de siete especies forestales en los ambientes de laboratorio y campo, en las localidades de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz).

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JUAN CARLOS MORALES CIFUENTES

En el acto de investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA
RECTOR**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

**DECANO
SECRETARIO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO**

**Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada
Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
Prof. Abelardo Caal Ich
Br. Axel Aureliano Herrera Pérez**

Guatemala, noviembre de 2001.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas 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:

**EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN
LOS AMBIENTES DE CAMPO Y LABORATORIO, EN LAS LOCALIDADES DE
GUATEMALA (GUATEMALA), SAN JERÓNIMO (BAJA VERAPAZ) Y
COBÁN (ALTA VERAPAZ).**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, sin otro particular me suscribo a usted, como a su atento y seguro servidor.

Atentamente,


JUAN CARLOS MORALES CIFUENTES

ACTO DE DEDICO

A:

DIOS: Por la oportunidad que me ha dado y por ser guía para en el camino del éxito y ser fuente de constante inspiración.

MIS PADRES: Oscar Morales y Yolanda Cifuentes de Morales.
Por haberme dado la vida y guiarme con sus sabios consejos, apoyándome en todas mis decisiones, en las malas y las buenas. Gracias.

MIS HERMANOS: Oscar Armando, María del Rosario, Mario Francisco
Por el apoyo que siempre me han brindado y la amistad que a llenado mi corazón.

MI NOVIA: Adriana Amparo López
Por su cariño y comprensión que siempre me ha dado y el constante apoyo para lograr las metas propuestas. Con mucho amor.

MIS TIOS Y TIAS

PRIMAS Y PRIMOS: Por su cariño y su incondicional amistad.

FACULTAD DE

AGRONOMIA: Por ser parte de mi formación

AGRADECIMIENTOS

A:

El Ing. Julio López Páyez y al Ing. Edgar O. Franco, por su asesoría y el apoyo continuo durante la realización del presente estudio.

El Ing. Mario Buch, por su orientación para la realización del estudio y por brindarme su amistad.

El Ing. Edwin Cano, Ing. Fredy Ola, por su apoyo durante toda la carrera y principalmente en el inicio de las actividades de trabajo.

Todo el equipo del Banco de semillas Forestales, por la ayuda y asesoría prestada, para la realización de la investigación.

Mis amigos que de alguna manera estuvieron en cada uno de mis momentos durante mi formación y vivieron penas, alegrías; dentro y fuera de las aulas de estudio. A cada uno de ellos muchas gracias.

Todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente estudio.

INDICE GENERAL

Titulo	Página
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
3. 3. MARCO TEORICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. La semilla.....	4
3.1.1.1. Definición.....	4
3.1.1.2. La germinación.....	4
3.1.2. Importancia del Análisis de Germinación.....	5
3.1.3. El valor germinativo.....	5
3.1.4. Factores que intervienen en la germinación.....	6
3.1.4.1. Factores externos.....	6
3.1.4.2. Factores internos.....	7
3.1.5. El vivero.....	8
3.1.5.1. Definición.....	8
3.1.5.2. Objetivos del Vivero.....	8
3.1.5.3. Principales componentes del vivero.....	9
A. Eras de germinación o cajas semilleras.....	9
B. Eras de crecimiento.....	9
3.1.6. La siembra en el vivero.....	9
3.1.7. Transplante.....	10
3.1.8. Control de la humedad.....	10
3.1.9. La sombra.....	10
3.1.10. Situación de la reforestación en Guatemala.....	11
3.1.11. Demanda de semilla.....	11
3.1.12. Disponibilidad de semilla.....	13
3.2. MARCO REFERENCIAL	14
3.2.1. Localización de la evaluación.....	14
3.2.2. Características climáticas.....	14
3.2.2.1. Condiciones climáticas.....	14
A. Localización y tipo de estaciones meteorológicas.....	14
B. Datos climáticos.....	16
3.2.3. Zona de Vida.....	16
A. Municipio de Guatemala.....	16
B. Municipio de San Jerónimo.....	16
C. Municipio de Cobán.....	17
3.2.4. Procedencia de la semilla evaluada y fecha de recolección.....	17
3.2.5. Descripción e importancia de las especies en estudio.....	18
A. <i>Cupressus lusitanica</i>	18
B. <i>Eucalyptus citriodora</i>	19
C. <i>Eucalyptus globulus</i>	20
D. <i>Liquidambar styraciflua</i>	21
E. <i>Pinus maximinoi</i>	22
F. <i>Pinus oocarpa</i>	23
G. <i>Pinus pseudostrobus</i>	24
3.2.6. Estudios realizados.....	25
4. OBJETIVOS	27
5. HIPOTESIS	28
6. MATERIALES Y METODOS	29

6.1. Especies evaluadas.....	29
6.2. Análisis de la semilla utilizada.....	29
6.3. Procedencia de la semilla.....	29
6.4. Toma de la muestra.....	30
6.5. Fase de laboratorio.....	30
6.5.1. Preparación de las cajas de germinación.....	30
6.5.2. Toma de datos.....	30
A. Porcentaje de germinación	30
B. Valor germinativo.....	31
6.6. Fase de campo.....	32
6.6.1. Preparación de las cajas de germinación.....	32
A. Construcción de las cajas de germinación.....	32
B. Substrato utilizado.....	32
C. Desinfección del sustrato.....	32
D. Cobertura.....	32
6.6.2. Transporte de la semilla.....	33
6.6.3. Epoca de siembra.....	33
6.6.4. Forma de siembra.....	33
6.6.5. Manejo de las cajas de germinación.....	34
A. Riego.....	34
B. Aplicaciones de químico.....	34
6.6.6. Toma de datos.....	34
A. Porcentaje de germinación.....	34
B. Plantas aptas para el transplante.....	34
C. Valor germinativo.....	35
6.6.7. Unidad experimental.....	35
6.6.8. Variable de respuesta.....	35
6.6.9. Análisis de la información.....	35
7. RESULTADOS.....	37
7.1. Condiciones climáticas durante la evaluación.....	37
7.1.1. Condiciones de laboratorio.....	37
7.1.2. Condiciones de campo.....	37
7.1.2.1. Localidad de Guatemala.....	37
7.1.2.2. Localidad de San Jerónimo.....	37
7.1.2.3. Localidad de Cobán.....	38
7.2. Resultados obtenidos para la especie <i>Cupressus lusitanica</i>	38
7.3. Resultados obtenidos para la especie <i>Eucalyptus citriodora</i>	42
7.4. Resultados obtenidos para la especie <i>Eucalyptus globulos</i>	46
7.5. Resultados obtenidos para la especie <i>Liquidambar styraciflua</i>	49
7.6. Resultados obtenidos para la especie <i>Pinus maximinoi</i>	53
7.7. Resultados obtenidos para la especie <i>Pinus oocarpa</i>	57
7.8. Resultados obtenidos para la especie <i>Pinus pseudostrobus</i>	61
7.9. Resumen de los resultados obtenidos.....	64
8. CONCLUSIONES.....	68
9. RECOMENDACIONES.....	70
10. BIBLIOGRAFIA.....	71
11. APENDICES.....	74

Índice de cuadros

Titulo	Página
Cuadro 1. Proyección de la reforestación para los próximos 4 años por medio del Programa de Incentivos Forestales.....	12
Cuadro 2. Cantidad de semilla distribuida en el periodo de 1991-1997.....	12
Cuadro 3. Localización de las estaciones meteorológicas de cada una de las localidades evaluadas.....	14
Cuadro 4. Resumen de las características climáticas de las tres localidades donde se evaluó las semillas de las siete especies.....	16
Cuadro 5. Procedencias a evaluar por especie y fecha de recolección de la semilla.....	17
Cuadro 6. Especies evaluadas y su procedencia.....	29
Cuadro 7. Condiciones de evaluación en laboratorio para la prueba de germinación de las siete especies.....	30
Cuadro 8. Fecha de siembra en las localidades evaluadas.....	33
Cuadro 9. Condiciones climáticas promedio durante la evaluación en las localidades.....	38
Cuadro 10. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y las localidades evaluadas para <i>C. lusitanica</i> Mill.....	39
Cuadro 11. Resultados del valor germinativo para los dos ambientes evaluados para <i>C. lusitanica</i> Mill.....	40
Cuadro 12. Resultados de plantas aptas para el transplante en las localidades evaluadas para <i>C. lusitanica</i> Mill.....	41
Cuadro 13. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante en las condiciones evaluadas para <i>C. lusitanica</i> Mill.....	42
Cuadro 14. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y campo para <i>E. citriodora</i> Hook.....	43
Cuadro 15. Resultado del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para <i>E. citriodora</i> Hook.....	44
Cuadro 16. Resultado de plantas aptas para el transplante en las localidades evaluadas para <i>E. citriodora</i> Hook.....	45
Cuadro 17. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante para <i>E. citriodora</i> Hook.....	45
Cuadro 18. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y campo evaluadas para <i>E. globulus</i> Labill.....	46
Cuadro 19. Resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para <i>E. globulus</i> Labill.....	47
Cuadro 20. Resultado de plantas aptas para el transplante en las localidades evaluadas para <i>E. globulus</i> Labill.....	48
Cuadro 21. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante para <i>E. globulus</i> Labill.....	49
Cuadro 22. Resultados de germinación para los dos ambientes evaluados para <i>L. styraciflua</i>	50
Cuadro 23. Resultados del valor germinativo en los ambientes evaluados para <i>L. styraciflua</i> L.....	51
Cuadro 24. Resultado de plantas aptas para el transplantes en las tres localidades evaluadas para <i>L. styraciflua</i> L.....	52
Cuadro 25. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante <i>L. styraciflua</i> L.....	52
Cuadro 26. Resultados de germinación en los dos ambientes evaluados para <i>P. Maximinoi</i> H.E. Moore.....	53
Cuadro 27. Resultado del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para <i>P. maximinoi</i> H.E Moore.....	55

Cuadro 28. Resultado de plantas aptas para el trasplante en las localidades evaluadas para <i>P. maximinoi</i> H.M. Moor.....	56
Cuadro 29. Resultados de germinación y plantas aptas para el trasplante para <i>P. maximinoi</i> H.M. Moor.....	56
Cuadro 30. Resultados de germinación para los dos ambientes evaluados para <i>P. oocarpa</i> Schiede.....	57
Cuadro 31. Resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para <i>P. oocarpa</i> Schiede.....	58
Cuadro 32. Resultados de plantas aptas para el trasplante en las localidades evaluadas para <i>P. oocarpa</i> Schiede.....	60
Cuadro 33. Resultados de germinación y plantas aptas para el trasplante para <i>P. oocarpa</i> Schiede.....	60
Cuadro 34. Resultados de germinación en los dos ambientes evaluados para <i>P. pseudostrobus</i> Lindl.....	61
Cuadro 35. Resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para <i>P. pseudostrobus</i> Lindl.....	62
Cuadro 36. Resultado de plantas aptas para el trasplante, en las tres localidades evaluadas para <i>P. pseudostrobus</i> Lindl.....	63
Cuadro 37. Resultados de germinación y planta aptas para el trasplante para <i>P. pseudostrobus</i> Lindl.....	64
Cuadro 38. Cuadro resumen de los resultados obtenidos de germinación y planas aptas para el trasplante para las siete especies forestales.....	65

Evaluación de la germinación de siete especies forestales en los ambientes de laboratorio y campo, en las localidades de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz)

Germination test of seven forest species under laboratory and field conditions, in Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) and Cobán (Alta Verapaz)

RESUMEN

Dentro del proceso de la producción de plantas forestales para la repoblación de áreas desprovistas de su cobertura boscosa, es necesario conocer la cantidad de semillas a utilizar para los fines propuestos. En la actualidad no existen registros sobre la relación exacta de las semillas que germinan en laboratorio y campo, aunque existen registros en donde se indica que existe una cantidad de semillas que se pierden, por tal motivo es de suma importancia conocer previo a la adquisición y siembra, de la relación entre el número de semillas que germinan en laboratorio y campo, para poder lograr una aproximación más exacta de las semillas que se deberán adquirir de manera que se minimicen las pérdidas en la producción.

El presente trabajo de investigación consistió en la evaluación de la germinación de las especies *Cupressus lusitanica* Mill., *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* Labill., *Liquidambar styraciflua* L., *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus pseudostrobus* Lindl., las cuales se evaluaron en condiciones de laboratorio y tres condiciones distintas de campo, siendo las localidades de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz). La evaluación en laboratorio se realizó basada en la metodología que recomienda las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA), la cual consiste en cuatro muestras de 100 semillas, colocadas en un recipiente y bajo las condiciones de temperatura y sustrato recomendado. En campo la evaluación consistió en dos etapas distintas de la producción, una de ellas que es la germinación, se utilizaron 20 repeticiones de 100 semillas, para cada una de las siete especies, colocándolas en una caja con suelo del área. En la otra etapa, se utilizó igualmente 20 repeticiones de 100 semillas y consistió en dejar las plantas hasta el momento que terminara la germinación, para proceder al trasplante, para lo cual se identificaron las plantas aptas para el trasplante.

Los resultados mostraron que *C. lusitanica* no presentó variación entre la germinación obtenida en condiciones de laboratorio y la obtenida en campo, mientras *P. maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus* presentaron variación entre la germinación obtenida en laboratorio y la obtenida en campo, registrándose variación del 0 % hasta del 38 %.

La germinación obtenida en laboratorio de *E. citriodora*, *E. globulos* y *L. styraciflua*, varía de la germinación que se obtiene en campo, registrándose variación del 15 % hasta del 57 %, con relación a lo obtenido en laboratorio, diferencia que está en función de la especie y lugar de producción. Por tal motivo la evaluación es necesaria realizarla nuevamente en otras localidades y épocas, como también utilizando otras especies.

Luego de la germinación de las semillas, se procedió a la etapa del transplante, en la cual existen pérdidas de plantas para *C. lusitanica*, *E. citriodora*, *E. globulos*, *L. styraciflua*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*, registrándose pérdidas del 5 % hasta del 36 %, las cuales están en función de la especie y lugar de producción.

Por lo anterior, es necesario tomar en consideración las variaciones obtenidas para cada una de las siete especies evaluadas, para lograr una mejor estimación de la semilla a utilizar en el vivero.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que afectan actualmente a la población mundial es el deterioro de los recursos naturales. En Guatemala, a pesar de la existencia de leyes, reglamentos y normativas, así como políticas en beneficio de la conservación y uso racional de los recursos naturales, no ha sido posible controlar por completo las causas de este deterioro. Una de las principales causas del aprovechamiento de los bosques naturales sin programas integrados para el manejo racional de los mismos. Para poder contrarrestar los problemas ocasionados por la tala inmoderada de los bosques, una de las actividades de mayor trascendencia es la reforestación, actividad que consiste en la repoblación de áreas que con anterioridad han sido desprovistas de su cobertura boscosa, ayudando con ello a recuperar y conservar los ambientes naturales. Uno de los métodos de reforestación más comunes, es mediante la producción de plantas en vivero, utilizando semillas. Sin embargo, a pesar de ser un método de fácil implementación, es necesario obtener la cantidad y la calidad adecuada de semillas, provenientes de fuentes confiables, así como brindarles las condiciones requeridas durante el proceso de germinación y crecimiento.

En los proyectos de reforestación en los que se utilizan plantas producidas a partir de semillas, se debe obtener un cálculo aproximado de las semillas necesarias para el área a reforestar, para lograr un uso eficiente de la misma. Debido a la importancia de esta actividad, el presente estudio está basado en la evaluación de la germinación de las semillas en laboratorio y campo, con el fin de comprobar si los resultados de laboratorio, que son los de mayor disponibilidad, pueden ser utilizados de manera confiable para su aplicación en el campo, por los silvicultores y reforestadores nacionales.

Este trabajo de tesis se realizó con las especies forestales: *Cupressus lusitanica* Mill., *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* Labill., *Liquidambar styraciflua* L., *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus pseudostrobus* Lindl. La evaluación se llevó a cabo en el laboratorio del Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR), del Instituto Nacional de Bosques (INAB), lugar donde se

realizaron los análisis, con base en las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA). En campo, las evaluaciones se realizaron en los municipios de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz), con el fin de someter las semillas a las condiciones normales de uso en estas regiones.

Luego de realizadas las evaluaciones de germinación en el ambiente de laboratorio y campo, se encontró que para la especie *C. lusitanica* no reportó variación entre los resultados de laboratorio y campo. Por otra parte, las especies *P. maximinoides*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus* tuvieron una variación del 0 % hasta del 38 % con respecto al resultado obtenido en laboratorio y para las especies *E. citriodora*, *E. globulus* y *L. styraciflua*, se encontró una variación en la germinación entre los ambientes de laboratorio y campo del 15% hasta del 57 %.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del proceso para el desarrollo exitoso de un proyecto de reforestación se deben tomar en cuenta dos aspectos importantes: el número de plantas necesarias para el área a repoblar, y la calidad física y genética de la semilla a utilizar, pues de estos factores depende la cantidad de las semillas a adquirir que posibiliten la obtención de un resultado satisfactorio en la implementación del proyecto.

Actualmente no existen registros bibliográficos sobre la relación exacta de las semillas germinadas en un ambiente controlado (laboratorio) y en un ambiente natural (campo); sin embargo, existen registros sobre casos en que, en ambientes naturales, una porción de las semillas no germina y por lo tanto las plantas no llegan a desarrollarse. Esta situación, aunada al problema de que en campo no es posible controlar por completo las condiciones prevalecientes, influye directamente en el número de plantas que se obtienen en el vivero.

Por otra parte, existen entidades dedicadas a la producción de semillas forestales, tales como el Banco de Semillas forestales del instituto Nacional de Bosques, empresas privadas y personas particulares, de las cuales se puede obtener información sobre el porcentaje de germinación de las semillas que ellos distribuyen; sin embargo, dicha información proviene de análisis realizados en ambientes controlados (laboratorio), lo cual no constituye información confiable para estimar el número de semillas que germinarán en ambiente de campo, y el cual puede tener variaciones considerables.

Se considera de suma importancia tener un conocimiento previo a la adquisición y siembra, de la relación entre el número de semillas que germinan en laboratorio y campo, para poder lograr una aproximación más exacta de las semillas que se deberán adquirir de manera que se minimicen las pérdidas en la producción final, así como las plantas que se perderán en el momento del trasplante.

Teniendo en cuenta la relación anterior, será factible estimar con mayor exactitud la cantidad de semilla útil que se genera en campo, partiendo de una germinación realizada en laboratorio.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. La semilla

3.1.1.1. Definición

La semilla, es el medio principal para perpetuar de generación en generación, de la mayoría de plantas. La vida de la semilla es una serie de eventos biológicos, que comienzan con la floración de los árboles y termina con la germinación de la semilla madura (29), la cual está formada por un embrión y una provisión almacenada de alimento, rodeados por cubiertas protectoras (9).

Entre otras definiciones, se pueden mencionar que es el sitio del parcial desarrollo del nuevo esporófito (embrión) y juega el papel más importante en la continuidad entre generaciones sucesivas (20).

La semilla es un óvulo fertilizado y maduro con una planta embrionaria, tiene una cubierta protectora y almacena alimento (17).

3.1.1.2. La germinación

Según Trujillo (28) la germinación de la semilla es el desarrollo del embrión hasta la formación de la planta, fenómeno biológico que puede interpretarse como la continuación del crecimiento del embrión, el cual ha sido temporalmente interrumpido durante la formación de la semilla.

De acuerdo con la Asociación Internacional para Ensayos de Semillas (ISTA) (16), en un ensayo de laboratorio se define la germinación como la “emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales que para la clase de semilla que se está ensayando indican la capacidad para desarrollarse en planta normal bajo condiciones favorables en el suelo”.

Según La Asociación Internacional para Ensayos de Semillas clasifica las semillas germinadas en:

A. Plántulas normales

Plántulas que manifiestan la capacidad para continuar su desarrollo hacia plantas normales, cuando crecen en suelo de buena calidad, bajo condiciones favorables de agua, temperatura y luz (16).

B. Plántulas anormales

Son aquellas que no manifiestan capacidad para continuar su desarrollo hacia plantas normales cuando crecen en un suelo de buena calidad, bajo condiciones favorables de agua, temperatura y luz (16).

3.1.2. Importancia del análisis de germinación

Desde el punto de vista fisiológico se considera que la finalidad del estudio de la germinación es obtener información acerca del valor de las semillas desde el punto de vista de su siembra en el terreno de cultivo y, proporciona resultados que permiten comparar el valor de los diferentes lotes de semillas (9).

3.1.3. El valor germinativo

El valor de germinación históricamente ha sido usado para definir el vigor y esto otras variables adicionales a la capacidad de germinación (CG), siendo el principal criterio para definir la calidad de un lote de semillas, siendo la capacidad de germinación, es el porcentaje de semillas que han germinado durante una prueba de germinación (21 o 28 días, dependiendo de la especie) (19).

Para determinar el Valor de Germinación se utilizó la metodología propuesta por Kolotelo (1997), la cual se explica y se presenta un ejemplo en el Apéndice 3. Para determinar el Valor Germinativo (V.G) en la metodología indicada, se utiliza la formula: $V.G = MDG * PV$, en donde MDG, es la germinación media diaria y PV, es el valor máximo de germinación. Para calcular la germinación media diaria (MDG), se utiliza la germinación acumulada, dividida entre el número de días de evaluación, al cual corresponde la germinación acumulada (G.Acum/# días). El valor máximo (PV), se calcula de la misma forma que el MDG, utilizando la germinación acumulada del ultimo día de la prueba. Para determinar el Valor

Germinativo (VG), se utiliza el mayor valor de la germinación media diaria (MDG), y el valor máximo (PV), del último día de la prueba.

3.1.4. Factores que intervienen en la germinación

Los factores que intervienen en la germinación se pueden dividir en:

3.1.4.1. Factores externos

Para que una semilla pueda germinar hay que colocarla en condiciones favorables. Cada especie y variedad tiene sus requisitos, y estos están determinados por factores hereditarios y por las condiciones bajo las cuales se formó la semilla (9).

Se precisa el concurso de tres procesos parcialmente simultáneos:

A. Absorción de agua

Lo primero que ocurre durante la germinación es la absorción de agua por imbibición. La imbibición está determinada por la naturaleza de los materiales de reserva, la permeabilidad de las membranas seminales (tegumentos), la disponibilidad de agua en el medio y la composición del medio de germinación (9).

La imbibición causa la presión de imbibición y ésta la hinchazón o aumento de volumen de la semilla, esto conduce a la ruptura de los tegumentos y a la apertura de espacio para la semilla en el suelo (9).

B. Actividad enzimática

Como resultado de la imbibición se produce un fuerte incremento de la actividad enzimática. Los sistemas celulares se han activado y los sistemas de síntesis de proteínas están funcionando para producir nuevas enzimas, materiales estructurales, compuestos reguladores y ácidos nucleicos, entre otros, para efectuar las funciones celulares y sintetizar nuevos materiales (9).

C. Movilización, engrandecimiento y división celular

Los materiales de reserva más abundantes en la semilla son los carbohidratos, lípidos, proteínas y compuestos que contienen fósforo (21). Luego de ser digeridos, son traslocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para usarse en el crecimiento y la formación de nuevas partes de la planta (9).

3.1.4.2. Factores internos

A. Estado fitosanitario

Los hongos, bacterias, insectos, nemátodos, virus y roedores son los principales agentes bióticos que afectan la calidad y la cantidad de una cosecha de semillas tanto forestales como agrícolas. Estos organismos revisten de gran importancia por causar daños posteriores en las etapas pre y post-emergencia de las plántulas en el vivero, en las posturas recién plantadas en el campo o durante el desarrollo de las plantaciones, tanto en las especies portadoras del patógeno e insecto, como en su diseminación a otras especies (20).

B. Grado de deterioro de la semilla

Tan pronto como las semillas maduran en el árbol madre, se empiezan a deteriorar. La tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales alrededor de las semillas. Este deterioro eventualmente conducirá a la reducción de la tasa de germinación y del crecimiento de la plántula, disminución de su habilidad para germinar bajo condiciones de estrés, así mismo incrementa la posibilidad de plántulas anormales y reducida emergencia en el campo. Esto se conoce como pérdida de viabilidad o muerte de la semilla (18).

De acuerdo a Jara (1996) algunos factores, aparte de las condiciones de almacenamiento, influyen sobre la longevidad subsecuente bajo almacenamiento. Estos factores (como la experiencia pre-almacenamiento de semillas) se pueden resumir como: efectos anuales, estado de madurez, daños fisiológicos y daños mecánicos.

C. Periodo de latencia

La latencia es una condición que evita que las semillas viables germinen aunque estén en condiciones apropiadas de humedad, temperatura, gases e iluminación. Esta condición es reversible sometiendo la semilla a tratamientos con factores no esenciales para la germinación (17).

Desde el punto de vista del Ingeniero Forestal, la latencia presenta algunos inconvenientes, pues en los viveros, el retraso y la irregularidad en la germinación son una grave limitación a la administración eficiente (27).

3.1.5. El Vivero

3.1.5.1. Definición

Un vivero es un espacio relativamente limitado donde se cultivan árboles jóvenes con vistas a trasplantarlos al campo (2).

Según Napier (1985), el objetivo del viverista es suministrar al plantador las plantas adecuadas en especie, tipo y características, en las fechas previstas y a un bajo costo económico.

Los viveros también se pueden definir como predios destinados a la propagación de plantas, en donde se les proporciona los cuidados necesarios hasta que adquieren el vigor y desarrollo suficiente para que puedan ser llevados al lugar de la plantación definitiva.

3.1.5.2. Objetivos del vivero

El objetivo principal del vivero es asegurar a las plantas jóvenes, las mejores condiciones para su desarrollo inicial. Varias razones justifican el establecimiento de un vivero, entre las cuales están:

- a. Algunas especies necesitan un cuidado particular.
- b. Condiciones especiales por la poca germinación
- c. Para tener una gran cantidad de plantas en un espacio relativamente reducido.
- d. El vivero permite economizar trabajo.

- e. Las plantas cultivadas en vivero pueden acumular sustancias nutritivas que van a ayudarlas a desarrollarse después en suelos más pobres.
- f. El repique de las plantulas permite una selección de las más vigorosas.
- g. Se pueden separar las plantas por tamaño y vigor, para planificar épocas de plantación.

3.1.5.3. Principales Componentes del vivero

A. Eras de germinación o cajas semilleras

Las eras de germinación o cajas semilleras es el sitio donde se produce la germinación de las semillas (27), donde se siembran las semillas en alta densidad para la producción de plántulas, que serán trasplantadas al área de crecimiento (eras de crecimiento) y se logre así un cuidado más intensivo durante el período crítico (21).

Napier (1985) indica que se reduce al mínimo el área del vivero dedicada al proceso de germinación. Esto permite el uso de técnicas más apropiadas para la germinación y más control, supervisión y medidas de protección. Por consiguiente, la germinación es más alta con este sistema en comparación con la siembra directa en recipientes. También indica que utilizando cajas o camas de germinación se asegura que todas las semillas puedan ser utilizadas y que todos los envases o bancales sean aprovechados al máximo.

B. Eras de crecimiento

Según Trujillo (1995), las eras de crecimiento son los sitios de crecimiento y desarrollo de las plántulas.

3.1.6. La siembra en el vivero

Según Napier (1985) la profundidad de siembra tiene mucho que ver con el éxito de la germinación; además, es un factor que el viverista puede controlar. Evidentemente una siembra muy profunda dificulta o imposibilita la salida de la plántula, tiende a reducir el porcentaje de germinación y la retrasa. En consecuencia, las semillas empiezan a germinar más tarde requiriendo más tiempo para terminar el

proceso. Una desventaja en el retraso de la germinación, es la prolongación del período de susceptibilidad a los patógenos y otros agentes dañinos. En contraste, la siembra poco profunda puede resultar en la salida de la radícula y su secamiento, otra consecuencia es que deja la semilla más expuesta al daño por el riego y ataque de pájaros y roedores.

Cabe destacar que cuanto más pequeña es la semilla, más crítica es la profundidad. El riego descuidado puede excavar las semillas o profundizarlas más, en este sentido, las semillas muy finas necesitan cuidado especial (21).

3.1.7. Transplante

El trasplante tiene como objetivo separar las plántulas nacidas del semillero, para repicarlas a mayor distancia en otro cantero o en bolsas, hasta su injertación o su plantación en el campo (2).

Por lo general las plántulas sobreviven mejor cuando han sido trasplantadas pocos días después de la germinación. Para las especies del género *Pinus* sp., es mejor trasplantar cuando tienen la forma de un fosforito y las latifoliadas se trasplantan con mayor éxito cuando tienen sus primeras hojas primarias. En estos estados la raíz es todavía pequeña y puede ser trasplantada sin riesgo de deformarlas (21).

3.1.8. Control de la humedad

Según Trujillo (1985), la humedad proporcionada por el riego en la etapa de germinación es de primera necesidad, como uno de los principales factores para el estímulo de la germinación, el cual tiene que ser dosificado con base en las condiciones climáticas.

3.1.9. La sombra

Napier (1985) indica que una sombra separable en combinación con un sustrato bien drenado y la posibilidad de regar cuando sea necesario permite gran flexibilidad en cuanto al control de la humedad.

Cuando existe la posibilidad de que llueva durante la germinación puede ser necesario colocar un polietileno transparente encima de la sombra (21).

3.1.10. Situación de la Reforestación en Guatemala

La cobertura forestal de nuestro país se ha visto disminuida por varios factores, tales como, el avance de la frontera agrícola, incendios forestales, enfermedades, plagas y talas ilícitas. Lógicamente una de las alternativas para contrarrestar la pérdida de cobertura forestal y aumentarla, es el cultivo de especies forestales (26).

Según Paiz (1998) los principales actores o sectores del proceso de reforestación en Guatemala son: el sector público, privado empresarial y el no lucrativo, los pequeños, medianos y grandes propietarios de bosques, las comunidades y grupos de campesinos que son propietarios colectivos, las comunidades concesionarias de recursos forestales y principalmente los gobiernos locales. Estos actores se pueden clasificar en voluntarios, (reforestadores por iniciativa y recursos propios teniendo en el periodo de 1991-1997, 7,490 ha reforestadas), obligados por la ley, los que reforestan por compromisos legales derivado del aprovechamiento forestal (8,550 ha, en el mismo periodo), proyectos de desarrollo, los cuales están auspiciados por instituciones legales y ONGs (5,510 ha reforestadas), incentivos fiscales (10,070 ha reforestadas en el mismo periodo), incentivos forestales, que hacen uso de incentivos estatales y empezaron a aplicarla en el periodo de 1,997 con 1,580 ha reforestadas. En el año de 1998 al 2000, se ha reforestado por medio de incentivos forestales 17,955.40 ha (22). En las áreas que se han reforestado se han utilizado entre otras las más importantes: *Cupressus lusitanica*, *Pinus strobus* var. *chiapensis*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea*, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis*, *Cydistax donell-Smithii*, *Abies guatemalensis* *Vochysia guatemalensis*, *Cordia dodecandra* (13).

3.1.11. Demanda de semillas

Para el periodo de 2000 a 2004 se tenía una proyección de la cantidad de hectáreas a reforestar en el Programa de Incentivos Forestales, que varía de 2,800 ha en el año 2,000, 4,600 en el año 2,003 y teniendo en total la proyección a reforestar, 17,900 ha en los cuatro años (20), (Ver Cuadro 1). Para el año 2000 se

superó esta aproximación, ya que se reforestó 11,487.23 ha y se tiene una proyección preliminar para el año 2001, de 10,000 ha (13).

Ante esta expectativa se tiene que buscar la manera de satisfacer esa demanda y buscar al mismo tiempo la utilización más eficiente de la semilla.

Cuadro 1. Proyección de la reforestación para los próximos 4 años por medio del Programa de Incentivos Forestales.

Proyecto\Años	2000	2001	2002	2003	Total
Individual	4320	3870	3780	4140	16110
Municipal	192	172	168	184	716
Otros	288	258	252	276	1074
Total	4800	4300	4200	4600	17900

Fuente: Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) INAB (13)

Por otra parte únicamente el Banco de Semillas Forestales ha tenido un promedio de venta, de 519.79 kg durante los últimos 6 años (la cual ha sido vendida a la iniciativa privada, al gobierno u organizaciones no gubernamentales, como también parte ha sido donada) (12).

Para las especies a evaluar se puede observar la demanda en el Cuadro 2, observando que *Cupressus lusitanica* tiene una venta promedio de 31.89 kg/año, del periodo de 1991-2000, seguido por el *Pinus maximinoi* con 18.14 kg/año, luego el *Pinus oocarpa*, *Pinus pseudostrobus* e *Eucalyptus globulus* y *E. citriodora*.

Cuadro 2. Cantidad de semilla (kg) distribuida en el periodo de 1991-1997.

Especie	Periodo (años)										Prom.
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
<i>Cupressus lusitanica</i>	55.9	34.95	35.68	43.43	31.1	40.17	8.63	22.5	21.97	24.548	31.891
<i>Eucalyptus citriodora</i>	-	-	-	-	-	-	0.46	3.335	8.57	4.787	4.288
<i>Liquidambar styraciflua</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.135	0.025	-	0.08
<i>Eucalyptus glóbulos</i>	-	-	-	-	-	-	1.75	2.65	4.595	7.181	4.044
<i>Pinus maximinoi</i>	17	32.7	0	40.5	32.9	21.05	0.175	2.48	12.19	22.412	18.143
<i>Pinus oocarpa</i>	19.6	5.58	15.46	7.08	2.47	4.43	-	8.435	2.137	12.538	8.6444
<i>Pinus pseudostrobus</i>	-	-	-	-	-	-	6.8	1.238	-	15.694	7.9107
Otras especies	180	144.7	67.74	96.39	114	0	53.84	398.8	528.5	651.26	223.54
Total	299	256.3	148.3	228.1	200	81.93	71.35	439.5	578	738.42	304.16

Fuente: Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) (12).

3.1.12. Disponibilidad de Semilla

En el Banco de Semillas Forestales se tienen 25 registros de fuentes semilleras identificadas, de las cuales se extrae semilla de 12 especies diferentes, dentro de las cuales están *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Gmelina arborea*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus torrelana*, *Tectona grandis* (22).

Existen actualmente dos empresa registradas que se dedican a la producción de semillas, siendo Seed Export una de ellas, teniendo sus oficinas centrales en la ciudad de Guatemala, mientras ECODESA que es la otra empresa, tiene sus oficinas centrales en la ciudad de Quetzaltenango, las cuales tienen disponibilidad de semillas de diferentes especies, teniendo entre estas: *Cupressus lusitanica*, *Pinus oocarpa*, *Pinus maximinoi*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* entre otras. También existen otros proveedores, los cuales tienen sus fuentes semilleras propias, o simplemente extraen de otras propiedades (12, 22).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Localización de la evaluación

La evaluación se hizo en dos ambientes distintos los cuales fueron:

A) Para el ambiente de laboratorio, se utilizó las instalaciones del Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR), el cual pertenece al Instituto Nacional de Bosques (INAB), localizado en el municipio de Guatemala, del departamento de Guatemala.

B) Para el ambiente de campo se hizo en tres lugares distintos, los cuales fueron:

B.1) Localidad de Guatemala, en el departamento de Guatemala, a una latitud de $14^{\circ}35'11''$, longitud de $15^{\circ}02'32''$ y una elevación de 1,502 msnm.

B.2) Localidad de San Jerónimo, en el departamento de Baja Verapaz, a una latitud de $90^{\circ}35'58''$, longitud $90^{\circ}0'18''$ y una elevación de 1,000 msnm.

B.3) Localidad de Cobán, en el departamento de Alta Verapaz, a una latitud de $15^{\circ}28'00''$, longitud $90^{\circ}24'23''$ y una elevación de 1,322 msnm.(Ver Figura 1).

3.2.2. Características climáticas

3.2.2.1. Condiciones climáticas

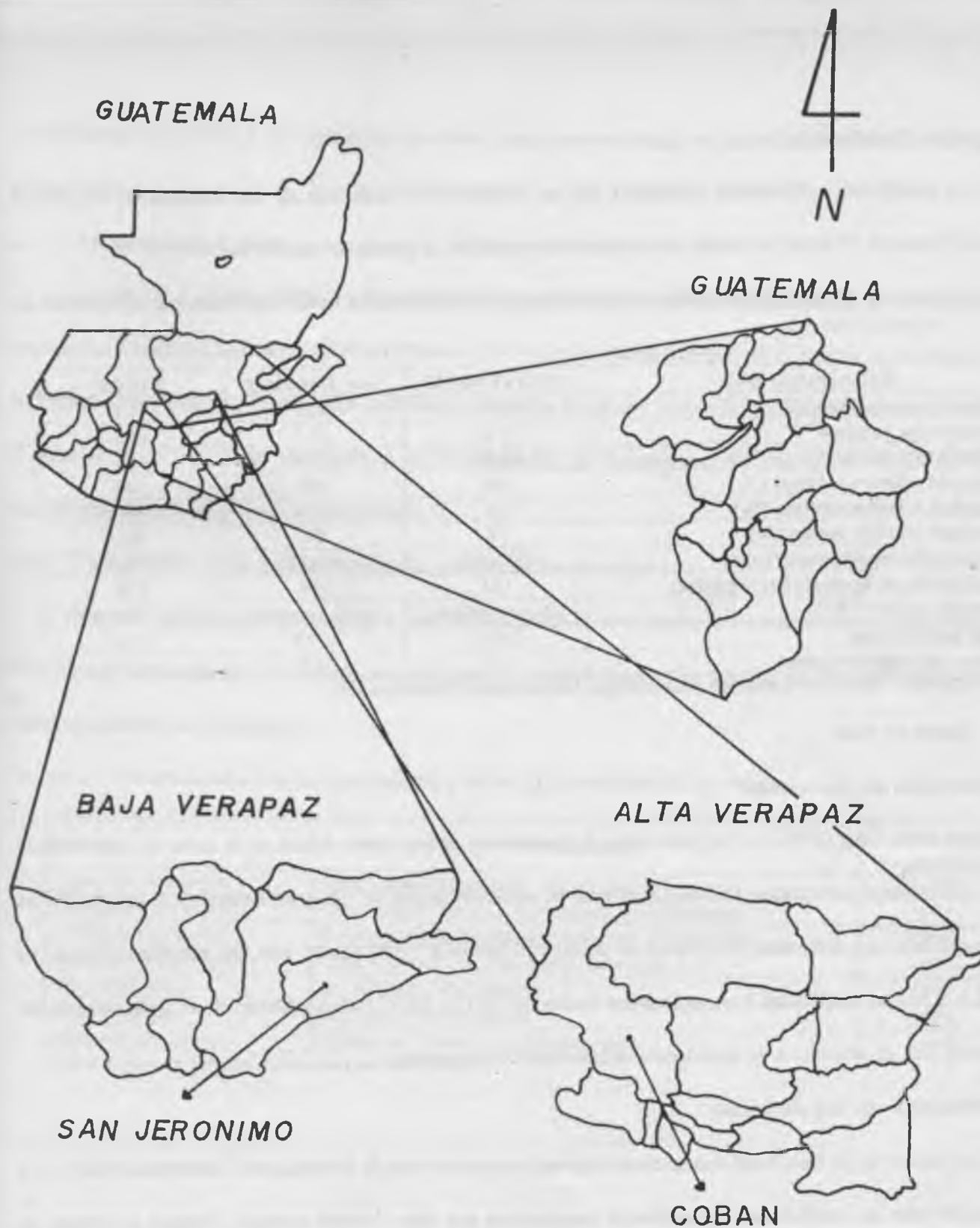
A. Localización y tipo de estaciones meteorológicas

Las localidades donde se hizo la evaluación se localizan estaciones meteorológicas de tipo "A", las cuales se describe su localización en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Localización de las estaciones meteorológicas de cada una de las localidades evaluadas.

Estación	Municipio	Departamento	Estación Tipo	Latitud	Longitud	Elevación m.s.n.m
INSIVUMEH	Guatemala	Guatemala	A	$14^{\circ}35'11''$	$90^{\circ}31'58''$	1,502
San Jerónimo	San Jerónimo	Baja Verapaz	A	$15^{\circ}03'40''$	$90^{\circ}15'00''$	1,000
Cobán	Cobán	Alta Verapaz	A	$15^{\circ}28'00''$	$90^{\circ}24'27''$	1,323

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (14).



Escala: 1 : 1,000,000

Figura 1. Ubicación de las localidades de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz)

B. Datos climáticos

Las condiciones climáticas promedio que se presentan en cada una de las localidades en base a registros de mas de 10 años, en donde se evaluaron las semillas, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resumen de las características climáticas de las tres localidades donde se evaluaron las semillas de las siete especies.

Estación/variable	INSIVUMEH	San Jerónimo	Cobán
Temperatura máxima °C	24.9	28.3	24.2
Temperatura mínima °C	15.15	15.3	13.2
Temperatura media °C	18.75	21.01	17.8
Humedad relativa máxima (%)	100	100	100
Humedad relativa mínima (%)	13	15.8	11
Humedad relativa media (%)	79	74	86
Precipitación media anual (mm)	1,171.93	945.45	2,076.43
Distribución de la precipitación (días)	121	118	218
Meses de mayor P.P.	Junio – octubre	Junio – octubre	Mayo- diciembre
Brillo solar hr/mes	203.9	189.8	165.6
Tiempo del registro (años)	11	15	15

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (14).

3.2.3. Zonas de vida

A. Municipio de Guatemala

Según de la Cruz (1982), el departamento de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida Bosque húmedo Subtropical (templado) (Bh-S(t)); el cual se caracteriza por ser de gran extensión y tener muchas asociaciones edáficas diferentes. La altitud va desde 650 msnm a 1,700 msnm, con una precipitación que va de 1,100 a 1,349 mm/año; una biotemperatura media de 20°C a 26°C y una relación de evapotranspiración potencial de 1.0. el terreno va de ondulado a accidentado y escarpado.

B. Municipio de San Jerónimo

En municipio de San Jerónimo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Subtropical (Bs-S); en esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses en que no llueve y parcialmente nublados durante la época de enero – abril. La época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre, en que llegan a ser las precipitaciones más importantes en esta región. La altitud oscila de 0 a 1,200 msnm, en promedio presenta 855 mm de lluvia/año y una relación de

evapotranspiración de 1.5. la topografía va desde plana a accidentada en inmediaciones de la Sierra de las Minas. (10).

C. Municipio de Cobán

Según De La Cruz (1982) el municipio de Cobán se encuentra ubicado dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo Subtropical (Frio) (Bmh-S (F)); que se caracteriza por ser el segmento de mayor altura del Bosque muy húmedo. El régimen de lluvia es de larga duración, lo que influye en el tipo de la vegetación. El patrón de lluvia varia de 2,045 a 2,514 mm/año; la biotemperatura oscila de 16° a 23°C y la evapotranspiración se estima en promedio 0.50.

3.2.4. Procedencia de la semilla evaluada y fecha de recolección

La semilla colectada y procesada que se utilizó en la investigación se mantuvo en cuarto frío a una temperatura constante de +5 °C para su preservación, recolectándose la semilla en distintas zonas del país, como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Procedencias a evaluar por especie y fecha de recolección de la semilla.

Espece	Procedencia	Año de recolección
<i>Cupressus lusitanica</i>	Santa Lucia Milpas altas, Sacatepéquez	1998
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Finca. Santa Clara, La Embaulada Suchitepéquez	1997
<i>Eucalyptus glóbulos</i>	El Cantón Chuamazan, Aguacaliente, Totonicapán	1998
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Finca. Concepción, San Juan Chamelco, A.V.	1999
<i>Pinus maximinoi</i>	San Andres, Alta Verapaz	1999
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Pinula, jalapa	1999
<i>Pinus pseudostrobus</i>	El Rancho, Chiantla, Huehuetenango	1999

Fuente: Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR)

3.2.5. Descripción e importancia de las especies en estudio

A. *Cupressus lusitanica*

a. Taxonomía

Nombre científico: *Cupressus lusitanica* Mill

Nombres comunes: Ciprés lusitánico, Ciprés común, Ciprés

Familia: Cupressaceae

b. Distribución:

Se le encuentra desde el sur de México, Guatemala, Honduras y el Salvador, entre los 15 y 25° latitud N, alturas entre 2,200 y 3,300 msnm, con precipitaciones de 1,500 a 2,500 mm anuales. Su óptimo desarrollo ocurre en sitios ubicados entre 1,400 y 2,500 msnm, con precipitaciones anuales de 1,500 a 3,000 anuales y una temperatura media anual mayor que 12°C. Según la clasificación de Holdridge se encuentra en la formación de Bosque muy húmedo Tropical Montano Bajo (4).

c. Descripción:

Arbol monoico siempre verde, resinoso y aromático. Puede alcanzar hasta 40 m de altura y más de 100 cm de diámetro. El fuste tiende a ser recto, con 80% de madera aprovechable, ligeramente acanalado en la base y con fuerte dominancia apical. La corteza es comúnmente delgada, de 5 a 15 mm de grosor, con grietas longitudinales, de color café rojizo y gris oscuro.

Las hojas son escamiformes, de color café oscuro, ovadas, agudas, de 1 a 2 mm de longitud y con una glándula en el dorso. Las flores masculinas se encuentran en amentos pardas amarillas de 2 a 5 mm de largo, situados en las extremidades de las ramitas. Las flores femeninas presentan unas inflorescencias globosas y son formadas por escamas gruesas, que, con excepción de las inferiores abriga a varias series de óvulos (4).

d. Usos:

La madera se utiliza para aserrillo, construcciones pesadas y livianas. También como madera rolliza, para postes de construcción, postes de transmisión, estacas, leña y carbón (3).

e. Reproducción

La germinación es epígea y ocurre en un plazo de 10 a 30 días. El porcentaje de germinación se encuentra dentro de los rangos de 40 a 64%, teniendo extremos bajos, entre 10 y 20% (4).

Luego de la extracción de la semilla de los conos y posteriormente secada se colocan en un recipiente con agua a temperatura ambiente, se agitan y después se desecha todo el material que flota, ya que no es viable. Las semillas que quedan en el fondo del recipiente se secan al sol sobre mallas durante 3 o 4 horas (4).

B. *Eucalyptus citriodora*

a. Taxonomía

Nombre científico: *Eucalyptus citriodora* Hook.

Nombre común: Eucalipto aromático

Familia: Myrtaceae

b. Distribución

En su hábitat natural, Queensland, la especie ocurre desde el nivel del mar hasta 900 msnm, pero en Sri Lanka se ha plantado a altitudes hasta de 2,000 m. En Hawai crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 500 msnm. (2). El clima de Queensland, Australia que es su hábitat natural, varía entre tropical y subtropical. Los árboles soportan altas temperaturas (media mensual máxima entre 29° y 35°) y heladas ligeras. Sin embargo, las plántulas son delicadas y sensibles a las heladas. En su hábitat nativo tolera de 5 a 7 meses de sequía. La precipitación mínima requerida es de 600 mm por año, pero para lograr mejor crecimiento es preferible una precipitación mayor de 900 mm. En su hábitat nativo este árbol ocurre en terrenos ondulados, donde los suelos son generalmente pobres y pedregosos. Parece tener preferencia por los suelos bien drenados (2).

c. Descripción:

Arbol de buen porte, con corteza blanca, roja o azul tenue. Alcanza hasta 45 m de altura, tiene un tronco blanco y recto cuyo diámetro mide alrededor de 1.3 m y una copa abierta, elegante, de follaje angosto y pendular (2).

d. Usos:

La madera es muy pesada, fuerte y resistente. Moderadamente resistente a la pudrición y a las termitas. Es una madera de aserrio de primera calidad y se usa para construcción general, postes, mangos de herramientas, traviesas de ferrocarril y otros propósitos (2).
Otros: rehabilitación de tierras, pulpa, leña, perfumes, ornamental, aceite y miel.

e. Reproducción

La reproducción se realiza principalmente por semilla, para luego trasplantarlas, pero en Zimbabwe la semilla se ha sembrado con éxito en las cenizas de un terreno recientemente quemado.

C. *Eucalyptus glóbulos*

a. Taxonomía

Nombre científico: *Eucalyptus globulus* Labill

Nombre común: Eucalipto

Familia: Myrtaceae

b. Distribución

Nativa de un clima templado sin frío ni calor extremo. La sequía y el frío limitan su uso; el clima es el mayor factor limitante para darle a esta especie un uso aún más amplio. Se ha plantado con éxito hasta en 3,000 msnm (en Africa Oriental). En su rango natural la precipitación fluctúa entre 800 y 1,500 mm, bien distribuida durante todo el año. Se adapta bien a una variedad de suelos bien drenados. Sin embargo, crece mejor en suelos profundos arcilloso-arenosos o francos de buena calidad, los suelos superficiales, la salinidad y el mal drenaje son generalmente los principales limitante (2).

c. Descripción:

Arbol que en condiciones favorables alcanza hasta 60 m de altura y 2.3 m de diámetro con un fuste recto, cuya longitud constituye hasta las dos terceras partes de la altura total del árbol. Tiene una corteza lisa de color blanco azulado y hojas verde oscuro, bellas y brillantes. En rodales abiertos los árboles tienen tendencia a formar un ramaje profuso (2).

d. Usos:

La madera es pesada. Las características permiten que arda bien, en India se cultiva ampliamente para leña y carbón. Es apropiada para construcción liviana y pesada, postes, pilotes y mangos para herramientas. Es solo moderadamente resistente. Su contenido de aceite la hace resistente a las termitas, también se utiliza en rehabilitación de tierras, para pulpa, aceite y miel (2).

e. Reproducción:

La reproducción se realiza principalmente por medio de semilla, para luego ser transplantada a bolsa. La germinación es epígea.

D. *Liquidambar styraciflua*

a. Taxonomía

Nombre científico: *Liquidambar styraciflua* L.

Nombres comunes: Liquidambar, Oquob (Queqchi)

Familia: Hamamelidaceae

b. Distribución:

Se encuentra desde el Norte de Centro América, pasando por México y Centro América. Se localiza en altitudes de 900 a 1,600 msnm, con precipitaciones de 1,500 a 1,800 mm, con temperaturas promedio entre 13.6°C – 21.4°C (25).

c. Descripción:

Árbol pequeño, abecés, normalmente de 40 metros de alto (reportado para Guatemala entre los 35 m o más), la corteza profundamente arrugada, de color gris o grisáceo, el tronco de 1 o más metros en diámetro; ramas jóvenes rojas a cafés, a menudo con orillas corchozas o alas gruesas; hojas muy largas, peciolo delgados; de 10 a 18 cm de largo y de ancho, cordadas o subcordadas, profundamente, con 5 a 7 lóbulos profundos, los lóbulos oblongos triangulares acuminados, finamente cerrados, verde oscuro y lustroso en el haz, más pálidas en el envez, labras excepto por grupos de pelos en las axilas de los nervios, cabezas de los frutos de 3 cm de diámetro (25).

d. Usos:

Se utiliza principalmente para leña y postes.

e. Reproducción

La reproducción se realiza principalmente por medio de semillas, siendo una germinación epígea. La recolección de la misma es en los meses septiembre y octubre, para luego ser procesada.

E. *Pinus maximinoi*

a. Taxonomía

Nombre científico: *Pinus maximinoi* H.E Moore

Nombre común: Pino candelillo

Familia: Pinaceae

b. Distribución:

Se distribuye naturalmente desde el sureste de México, centro de Guatemala y Honduras, Norte de El Salvador hasta el noroeste de Nicaragua; su rango altitudinal varía de 600 a 2,400 msnm, con precipitaciones de 1,000 a 2,400 mm y temperaturas de 18 a 21°C. Crece en suelos fértiles, húmedos, de ácidos a básicos (pH de 4.5 a 7.5), con buen drenaje, profundos y con buen contenido de materia orgánica (6).

c. Descripción:

Árbol de 20 a 35 m de altura y de 45 a 100 cm de diámetro. Tiene copa muy densa, ramas con ángulo recto y horizontalmente verticiladas. La corteza joven es delgada y lisa, cuando vieja se quiebra en plaquetas enlongadas con fisuras color café rojizas. Presenta follaje denso, verde azulado mate o verde grisáceo, notoriamente colgantes. Acículas generalmente cinco por fascículo, delgadas, de 20 a 28 cm de largo y 0.7 a 0.8 mm de ancho, márgenes finamente serrados, estomas presentes en la superficie dorsal y ventral. Las vainas son persistentes, de 12 a 18 mm de largo. Canales resiníferos medios, usualmente dos. La madera es de color castaño pálido, textura fina, grano recto, superficie medianamente lustrosa, olor agradable y sabor no característico (6).

d. Usos:

Se utiliza en construcciones livianas, muebles, carpintería artículos torneados, contrachapeados, artesanías, puertas, gabinetes, ventanas, postes para transmisión eléctrica y pulpa para papel (6).

e. Reproducción

La reproducción se hace principalmente por medio de semilla. La germinación es de tipo epígea y se inicia a los siete días después de la siembra y finaliza 15 a 17 días después (6).

F. *Pinus oocarpa*

a. Taxonomía

Nombre científico: *Pinus oocarpa* Schiede.

Nombre comunes: pino colorado, pino ocote.

Familia: Pinaceae

b. Distribución:

Se distribuye naturalmente desde los 28° latitud N en el noroeste de México hasta los 12° N en Nicaragua. Las mayores existencias continuas de esta especie se encuentra en los altiplanos centrales de América Central, desde el noroeste de Nicaragua pasando por Honduras, el norte de El Salvador y el centro de Guatemala hasta los 18°N en el Sur de México. Su rango altitudinal varia entre los 600 y 1,200 msnm, con precipitaciones mínimas anuales de 650 mm y una época seca de 5 a 6 meses, con temperaturas de 13 a 23°C. En condiciones naturales se encuentra creciendo sobre suelos erosionados, delgados, arenosos, bien drenados, ácidos a neutros (pH de 4.5 a 6.8) (7).

c. Descripción:

Arbol monoico, de copa irregular con alguno de ramificación variable; ramas finas y relativamente ralas. Alcanza alturas de hasta 45 m, con diámetros de 75 a 90 cm. El fuste es recto y cilíndrico, la corteza fuertemente fisurada de 5 a 10 cm de grueso; se descorteza en largas bandas irregulares, escamosas de color rojizo oscuro a grisáceo.

Las hojas son acículas de 14 a 25 cm de largo y hasta 1.5 mm de ancho, con 3 a 8 canales resiníferos normalmente septables, de color verde brillante, erguidas, gruesas y ásperas, con los borde finamente aserrados; unidas en grupos de cinco. Los estróbilos masculinos son estaminados, de 1 a 3 cm de largo por 1 cm de ancho y los estróbilos femeninos si son de mayor tamaño y producen en el extremo de las ramitas en cantidad mucho mejor que los masculinos (7).

d. Usos:

Moderadamente resistente a la pudrición blanca y café y resistente al ataque de termitas. Es utilizada en construcción en general, muebles, ebanistería, molduras, paredes interiores, artesanías y para pulpa de papel (7, 32).

e. Reproducción

La reproducción se hace principalmente por medio de semilla. La germinación es epígea y se inicia a los siete días después de la siembra y finaliza a los 17 días. Se reportan porcentajes de germinación superiores a 80% (7).

G. *Pinus pseudostrobus* Lindl

a. Taxonomía

Nombre científico:	<i>Pinus pseudostrobus</i> lindl.
Nombres comunes:	Pino, Pino blanco (México), ocote (Guatemala), pinabete (Honduras)
Familia:	Pinaceae

b. Distribución:

Se distribuye escasamente en el norte de México, pero es común en la planicie central y en el estado de Chiapas. En Guatemala ocurre abundantemente en Quetzaltenango, Sololá y Totonicapán, Baja Verapaz. Su rango altitudinal varía entre los 1,600 a 3,200 metros de altura sobre el nivel del mar, con precipitaciones anuales entre 800 y 1500 mm, temperaturas entre 18 a 21°C. Crece en suelos profundos derivados de material volcánico, ácidos a moderadamente ácidos (pH de 5.5 a 6.5); no crece en suelos con problemas de drenaje (5).

c. Descripción:

Arbol con alturas de 15 a 40 m y diámetros de 40 a 80 cm. Fuste recto, libre de ramas de 30 a 50% de su altura. Las ramas a menudo son horizontales, copa espesa; corteza áspera, grisácea. Cerca de la copa la corteza se hace suave y rojiza a café grisáceo. Follaje verde oscuro, acículas en grupos de 5 raramente 4 a 6; de 16 a 35 cm de largo y 0.75 a 1.25 cm de ancho extendidas o péndulos, con vainas persistentes de 15 a 25 mm de largo. Los canales resiníferos de 2 a 4, usualmente medios. La madera es de color amarillos claro, grano recto, textura fina (5).

d. Usos:

Es utilizada en construcción, ventanas flexibles, muebles, ebanistería, artesanías pulpa para papel (5, 32).

e. Reproducción

La reproducción se hace principalmente por semilla. La germinación es de tipo epígea, se inicia a los siete días de la siembra, finaliza de 12 a 16 días después (5).

3.2.6. Estudios realizados

A. Trujillo, *et al.* (s.f.), realizaron un estudio en Colombia, donde utilizaron 15 especies forestales, el cual se tituló : “Establecimiento de la Variación del Porcentaje de Germinación en Laboratorio y Vivero para 15 Especies Forestales”, evaluando dos sustratos en laboratorio y vivero (también a nivel de laboratorio evaluaron fotoperíodo y temperatura). Para el análisis de la información utilizaron un diseño de parcelas divididas en campo y en laboratorio un diseño completamente al azar. Para relacionar el porcentaje de germinación de laboratorio y vivero, utilizaron un análisis de regresión lineal.

En la investigación utilizaron dentro de las 15 especies, *Cupressus lusitanica* e *Eucalyptus globulus*, las cuales son dos de las siete especies evaluadas en la investigación. *Cupressus lusitanica* presentó una diferencia de 1.57% y *Eucalyptus globulus* un 2.08%. Para ambas especies el sustrato en que mejor germinó fue tierra más arena en proporción 3:1.

- B. Valle (1986) evaluó germinadores en laboratorio, invernadero y condiciones ambientales, encontrando que la germinación fue mayor en laboratorio que en los ambientes de invernadero y campo abierto. Esto fue hecho con semilla de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. La investigación se hizo en el laboratorio del Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR), en el invernadero de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos y en condiciones de campo, en el vivero forestal, localizado en la región II del INAB.
- C. Cordero *et al.* (1985), realizaron la investigación denominada "Evaluación de Sistemas de Determinación de la Viabilidad en Semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* y comparación con resultados de vivero", en la cual determinaron que existe un 90% del resultado laboratorio, que germina en campo, esto para *B. quinata*, y un 85% para *T. rosea*. También proponen un modelo matemático para el cálculo de plántulas a producir en vivero a partir de datos de laboratorio.

4. OBJETIVOS

- 4.1 Estimar la variación entre la germinación en laboratorio y la germinación en campo, en los municipios de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz), para cada una de las siete especies forestales objeto de estudio.
- 4.2 Estimar la variación entre el porcentaje de germinación en el ambiente de laboratorio y el número de plántulas vivas en semillero aptas para el trasplante, en los municipios de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz), para cada una de las siete especies forestales.

5. HIPOTESIS

5.1. Ho: No existe variación entre la germinación en el ambiente de laboratorio y la germinación obtenida bajo el ambiente de campo, para cada una de las siete especies forestales objeto de estudio, en los municipio de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz).

Hi: Existe variación entre la germinación en el ambiente de laboratorio y la germinación obtenida bajo el ambiente de campo, para cada una de las siete especies forestales objeto de estudio, en los municipio de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz).

5.2 Ho: No Existe variación entre el número de plantas germinadas que se obtienen en el ambiente de laboratorio y el número de plantas aptas para el transplante, para cada una de las siete especies forestales a evaluar, en los municipio de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz).

Hi: Existe variación entre el número de plantas germinadas que se obtienen en el ambiente de laboratorio y el número de plantas aptas para el transplante, para cada una de las siete especies forestales a evaluar, en los municipio de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz).

6. MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en dos ambientes, descritos a continuación: A) en el ambiente de laboratorio, en el Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR), B) en el ambiente de campo se realizó la evaluación en las localidades que se indican a continuación: B.1.) municipio de Guatemala, en el departamento de Guatemala, B.2.) municipio de San Jerónimo, en el departamento de Baja Verapaz y B.3.) municipio de Cobán en el departamento de Alta Verapaz.

6.1. Especies evaluadas

Se evaluó la germinación en el ambiente de laboratorio y campo con siete especies forestales siendo estas: *Cupressus lusitanica* Miller, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* Labill., *Liquidambar styraciflua* L., *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus pseudostrobus* Lindl.

6.2. Análisis de la semilla utilizada

La semilla utilizada en el experimento se sometió a los análisis de: germinación, pureza, peso y contenido de humedad, para poder determinar su calidad física. Las pruebas fueron realizadas basadas en las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA, 1976), las cuales son utilizadas en el Banco de Semillas Forestales (Ver Apéndice 2).

6.3. Procedencia de la semilla

Las semillas de las especies evaluadas fueron colectadas en distintas zonas del país, como se muestra en el Cuadro 6. Las semillas fueron preservadas en cuarto frío a +5°C, luego de su procedimiento de beneficiado.

Cuadro 6. Especies evaluadas y su procedencia.

Especie	Procedencia
<i>Cupressus lusitanica</i>	Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez
<i>Eucalyptus citriodora</i>	La Embaulada, Suchitepéquez.
<i>Eucalyptus globulus</i>	Aguacaliente, Totonicapán
<i>Liquidambar styraciflua</i>	San Juan Chamelco, Alta Verapaz,
<i>Pinus maximinoi</i>	San Andres, Alta Verapaz
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Pinula, Jalapa,
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Chiantla, Huehuetenango

6.4. Toma de la muestra

La muestra de semilla fue obtenida de un envase de plástico de forma cilíndrica con una abertura en la parte superior (altura 0.35 mts, radio de 0.115 mts), introduciendo la mano con los dedos rectos y juntos, incluyendo el pulgar; luego la mano se empujó hasta la profundidad requerida del envase. Posteriormente los dedos se cerraron firmemente alrededor de una porción de semillas y la mano fue retirada del envase. Este procedimiento se realizó en distintos lugares del recipiente que contenía la semilla (2).

6.5. Fase de laboratorio

6.5.1. Preparación de las cajas de germinación

Para el análisis de germinación se utilizó la metodología que se emplea en el Banco de Semillas Forestales, la cual se basa en las reglas del ISTA. Esta consiste en extraer cuatro muestras de semillas de 100 unidades cada una y luego se colocan en su caja germinadora (15.5 X 10.5 X 5 cm), con el sustrato recomendado. Las condiciones que son recomendadas por ISTA, en las cuales se expuso la semilla de las especies evaluadas, se especifican en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Condiciones de evaluación en laboratorio para la prueba de germinación de las siete especies.

Especie	Sustrato (15)	Horas luz(1)	Temperatura (°C) (15)
<i>Cupressus lusitanica</i>	Papel	24	24
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Arena	12	25
<i>Eucalyptus globulus</i>	Papel	12	25
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Papel	12	25
<i>Pinus maximinoi</i>	Papel	12	25
<i>Pinus oocarpa</i>	Papel	12	25
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Papel	12	25

Fuente: ISTA (15), Banco de semillas Forestales (BANSEFOR) (1)

Las cajas fueron identificadas con el nombre científico de la especie correspondiente, fecha de siembra y número de la repetición, en cada una de las especies evaluadas.

6.5.2. Toma de datos

A. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación es la cantidad de semillas que llegan a germinar en un periodo de tiempo, expresado en porcentaje (15).

Esto se obtuvo luego de colocar la semilla en las cajas de germinación y sustrato recomendado por ISTA, se hicieron observaciones diarias desde el principio de la prueba, finalizando hasta el momento de no presentarse semillas germinadas. En ese momento se detuvo la prueba. Las pruebas fueron sometidas a los rangos de tolerancia que indica ISTA, para que la prueba (germinación, pureza) sea aceptada.

Se tomaron dos criterios para determinar, en que momento del proceso de germinación se consideraba una semilla germinada, tanto al nivel de laboratorio como en condiciones de campo, esto basándose en las características de cada una de las especies. Para los géneros *Cupressus*, *Eucalyptus* y *Liquidambar*, se consideraron las semillas germinadas cuando estuvieran los cotiledones libres (20, 23) y para el género *Pinus* se consideró la semilla germinada cuando se iniciara la diferenciación de los cotiledones del hipocótilo (20). Para registrar la germinación se utilizó el formato que se presenta en el Apéndice 6 y 7.

B. Valor germinativo

El valor germinativo históricamente ha sido usado para definir el vigor y es otra variable adicional a la capacidad de germinación (numero de semillas germinadas en un periodo de prueba) (18).

Para determinar el Valor de Germinación se utilizó la metodología propuesta por Kolotelo (1997), la cual se explica y se presenta un ejemplo en el Apéndice 3. Para determinar el Valor Germinativo (V.G) en la metodología indicada, se utiliza la formula: $V.G = MDG * PV$, en donde MDG, es la germinación media diaria y PV, es el valor máximo de germinación. Para calcular la germinación media diaria (MDG), se utiliza la germinación acumulada, dividida entre el número de días de evaluación, al cual corresponde la germinación acumulada (G.Acum/# días). El valor máximo (PV), se calcula de la misma forma que el MDG, utilizando la germinación acumulada del ultimo día de la prueba. Para determinar el Valor Germinativo (VG), se utiliza el mayor valor de la germinación media diaria (MDG), y el valor máximo (PV), del último día de la prueba.

6.6. Fase de campo

6.6.1. Preparación de las cajas de germinación

A. Construcción de las cajas de germinación

Se utilizaron dos cajas individuales por especie, construidas con madera de pino. Las cajas germinadoras fueron construidas con una dimensión de, 100 cm de largo, 60 cm de ancho y 20 cm de alto, este tamaño de caja fue determinado basándose en la experiencia de encargados de viveros, con el objeto de que la semilla estuviera bien distribuida y no existiera una competencia muy fuerte entre semillas. Las cajas se colocaron a una altura de treinta a cuarenta centímetros del suelo.

Una de las cajas se utilizó para evaluar la germinación y la otra para evaluar las plantas seleccionadas para el transplante.

B. Sustrato utilizado

Se utilizó como sustrato, el suelo de cada una de las localidades evaluadas, luego de eliminar rocas, ramas, hierbas u otro material vegetal o mineral que impidiera o afectara la germinación de las semillas. Esto se hizo manualmente con la ayuda de un rastrillo de mano.

C. Desinfección del sustrato

Para la desinfección del sustrato se utilizó Banrot (Dimethyl 4,4'-O-Phenylenebis, 3-thiollophanate), el cual es un fungicida utilizado para la desinfección del suelo en campo y en vivero. Se aplicó con una regadera con capacidad de un galón, a una concentración de 2.14 gramos por regadera (dilución recomendada en la etiqueta del producto, 113.398 gramos por recipiente de 200 litros de agua). La aplicación del fungicida como indica el productor, puede ser al momento de la siembra o antes de la siembra, la forma como se aplicó fue tres días antes de la siembra.

D. Cobertura

Las cajas de germinación utilizadas en condiciones de campo fueron cubiertas con un cedazo plástico de color gris, con el objeto de preservar la humedad y evitar daños por animales u otro agente como lo indica Napier (1985). Para esto se utilizó marcos de madera de 1.10 metros de largo y 1.30 metros de ancho, en

donde se colocó el cedazo. A dos metros sobre las cajas se colocó una cubierta de nylon transparente, con el objetivo de evitar el exceso de agua producto de las lluvias de la época.

6.6.2. Transporte de la semilla

Las semillas fueron extraídas del cuarto frío del Banco de Semillas Forestales, un día antes de hacer la siembra en cada una de las localidades. La manera de transportarla fue dentro de una bolsa plástica sellada y esta a su vez dentro de una hielera, con hielo ¹.

6.6.3. Epoca de siembra

Las fechas de siembra de cada una de las localidades se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Fecha de siembra en las localidades evaluadas

Localidad	Fecha
Guatemala	25/septiembre/1999
San Jerónimo	11/noviembre/1999
Cobán	15/octubre/1999

6.6.4. Forma de siembra

La forma de siembra fue en forma de surco, utilizando 40 repeticiones, de 100 semillas cada una, distribuyendo 20 repeticiones en cada una de las dos cajas asignadas por especie.

Para las semillas de las especies de *C. lusitanica*, *L. styraciflua*, *P. maximinoides*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*, se consideró el tamaño de la semilla para estimar la profundidad de siembra, se utilizó el criterio de colocar la semilla a una profundidad del doble del tamaño de la misma (20), buscando una distribución uniforme en todo el surco.

Para las especies *E. citriodora* y *E. globulus*, se realizó una mezcla de semillas y suelo (suelo que se paso por una maya, que presentaba aberturas cuadradas, con una dimensión de 0.5 cm de cada lado, con objetivo de obtener suelo compuesto de partículas mas pequeñas), logrando tener una mejor distribución de las semillas en todo el surco (20), sembrándola a una profundidad aproximada de 3 a 5 milímetros y cubriéndola con el mismo suelo con que mezclado para realizar la siembra.

¹ BUCH T, M. 1998. Transporte de semillas. Guatemala, Banco de Semillas Forestales. (comunicación personal)

6.6.5. Manejo de las cajas de germinación

A. Riego

Se le proporcionó riego a las cajas germinadoras basándose en las condiciones climáticas prevalecientes en la época de la evaluación, de cada una de las localidades. En general se tomó el criterio de regar a intervalos de un día de por medio, con la ayuda de una regadera con capacidad de un galón, utilizando 3 galones para catorce cajas germinadoras.

En ciertos momentos se aplicó riego a intervalos de 3 a 4 días esto por presentarse condiciones en donde la humedad de las cajas no disminuía.

B. Aplicaciones de químico

La aplicación de Banrot (2.14 gr de producto en regadera de 1 galón) fue al principio de la siembra, pero también se utilizó para el combate de enfermedades fungosas en semillero por lo cual se aplicó a intervalos 7 y 10 días. Los intervalos de aplicación se basaron en las recomendaciones del fabricante y en la presencia de plantas débiles y volcadas, las cuales se asumió que estaban siendo afectadas por alguna enfermedad fungosa (20). En ciertos momentos se tuvo que reducir la frecuencia de aplicación a 4 días; ya que se presentaron plantas volcadas y las condiciones climáticas prevalecían.

6.6.6. Toma de datos

A. Porcentaje de germinación

Una de las cajas por especie se utilizó para evaluar la germinación, se hicieron conteos de semilla germinada a intervalos de un día. Cada día se contaron las semillas germinadas, colocando el dato en la hoja de campo (Ver Apéndice 7). Se terminó la evaluación cuando no se presentó semilla germinada.

En cada día de evaluación se eliminaron las semillas germinadas, con el cuidado de no dañar las semillas que todavía estaban en el proceso de germinación.

B. Plantas aptas para el transplante

En la segunda caja utilizada en cada especie, se contaron las plantas aptas para el transplante. Se tomó el criterio de esperar que la prueba de germinación finalizara, en ese momento se realizó el recuento de las

plantas. Se contaron las plantas que tuvieran una apariencia vigorosa, tomando en cuenta que el tallo estuviera engrosado y bien formado, los cotiledones tuvieran un aspecto vigoroso y que la raíz fuera recta, distinguiéndose en ésta la raíz principal (20, 29).

C. Valor germinativo

Para determinar el valor germinativo se utilizó los resultados de germinación, utilizando la metodología propuesta por Kolotelo D. (1997), ver Apéndice 3.

6.6.7. Unidad experimental

La unidad experimental en condiciones de laboratorio consistió en 100 semillas, divididas en cuatro unidades experimentales por especie. En condiciones de campo, en cada una de las localidades evaluadas, se utilizaron 20 unidades experimentales para la prueba de germinación y la misma cantidad de unidades experimentales para la prueba de plantas aptas para el transplante, esto se hizo para cada una de las siete especies evaluadas.

6.6.8. Variable de respuesta

Las variables de respuesta que fueron utilizadas para la investigación, se listan a continuación:

- A. Germinación, la cual se calculó por unidad experimental y se presenta en porcentaje.
- B. Valor germinativo, el cual se calculó por unidad experimental, presentándose adimensional.
- C. Plantas aptas para el transplante, la cual se calculó por unidad experimental y se presenta en porcentaje.

6.6.9. Análisis de la información

El análisis de la información se realizó por especie, utilizando un análisis no paramétrico, ya que los resultados no presentaron una distribución normal, siendo esto un requisito para utilizar eficientemente un análisis paramétrico (24). Los análisis utilizados son para muestras independientes, por lo que se ajusta al conjunto de datos obtenidos en la investigación. Se utilizó el análisis de Kruskal Wallis, con el objetivo de determinar si existe o no diferencia entre los resultados de las cuatro condiciones a que se expuso la semilla

(laboratorio, Guatemala, San Jerónimo y Cobán), sometiendo bajo este análisis la información de germinación y Valor Germinativo.

El análisis de las plantas aptas para el transplante se utilizó el análisis de Kruskal Wallis, comparando el resultado de germinación en condiciones de laboratorio y los resultados de plantas aptas para el transplante, de las localidades de Guatemala, San Jerónimo y Cobán.

Para determinar si existía diferencia entre los resultados de germinación y valor germinativo obtenido en laboratorio y cada una de las localidades evaluadas se utilizó el análisis no paramétrico de Mann Whitney. El nivel de significancia utilizado para todos los análisis realizados fue de 0.05.

7. RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación fueron los obtenidos por medio de las pruebas de germinación realizadas a las semillas de las especies que a continuación se listan: *C. lusitanica*, *E. citriodora*, *E. globulus*, *L. styraciflua*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*, en laboratorio y en campo, en las localidades de Guatemala (Guatemala), San Jerónimo (Baja Verapaz) y Cobán (Alta Verapaz).

7.1. Condiciones climáticas durante la evaluación

7.1.1. Condiciones de laboratorio

Las condiciones bajo las cuales se realizó la evaluación en el ambiente de laboratorio se presentó en la sección 6, materiales y métodos, en el inciso 6.5.1, preparación de las cajas de germinación.

7.1.2. Condiciones de campo

7.1.2.1. Localidad de Guatemala

En la estación INSIVUMEH ubicada en la localidad de Guatemala, se reportó una temperatura promedio de 18.3 °C, registrando una temperatura máxima de 19.9 °C y una mínima de 16.7 °C, fluctuando la temperatura durante la evaluación en 3.2 °C. La humedad relativa fue del 92 %, registrando la máxima lectura del 97 % y la mínima del 84 %, fluctuando en 13 %. Durante los 33 días de evaluación se registró 214.81 mm de precipitación, distribuida en 30 días.

7.1.2.2. Localidad de San Jerónimo

En la estación San Jerónimo localizada en el municipio del mismo nombre, se reportó una temperatura promedio de 18.6 °C, siendo la máxima lectura de 20.9 °C y la mínima de 16.5 °C fluctuando la temperatura durante la evaluación hasta 4.4 °C. La humedad relativa durante la evaluación fue de 71 %, siendo la máxima lectura de 84 % y la mínima del 71 %, fluctuando en 30 %, registrándose durante los 35 días de evaluación 6.1 mm de precipitación, distribuida en 2 días.

7.1.2.3. Localidad de Cobán

En la estación Cobán localizada en el municipio del mismo nombre, se registró una temperatura promedio de 17 °C, siendo la máxima temperatura de 20.5 °C y la mínima de 13.9 °C, observándose una fluctuación dentro de las lecturas de 6.6 °C. La humedad relativa durante la evaluación fue de 86 %, siendo la máxima de 95 % y la mínima de 52 %, fluctuando en 43 %, registrándose durante los 38 días de evaluación 509.9 mm de precipitación, distribuida en 34 días.

En el Cuadro 9 se observan las condiciones climáticas promedio en las localidades de Guatemala, San Jerónimo y Cobán.

Cuadro 9: Condiciones climáticas promedio durante la evaluación en las localidades evaluadas.

Localidad \ Variable	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Precipitación (mm)	Distribución P.P. (días)
Guatemala	18.3	92	214.81	30
San Jerónimo	18.6	71	6.1	2
Cobán	17.0	86	509.9	34

7.2. Resultados obtenidos para la especie *Cupressus lusitanica* Mill.

7.2.1. Prueba de germinación

Bajo el ambiente de laboratorio se realizó la evaluación en un periodo de 22 días. La germinación bajo estas condiciones inició a los 13 días, registrándose un resultado del 47 % en la germinación y una variación porcentual (coeficiente de variación)² del 4 % con respecto a la media.

En el ambiente de laboratorio se obtuvieron resultados de germinación que se asemejan a los resultados de campo, realizando las evaluaciones en campo en periodos de 22 hasta 33 días, iniciando la germinación a los 14 días en Guatemala, a los 19 días en las localidades de San Jerónimo y Cobán, obteniendo un resultado en las localidades del 49 % en Guatemala, en San Jerónimo del 48 % y del 50 % en Cobán. Las variaciones porcentuales con respecto a la media (Coeficiente de variación) fueron del 13.7

² Coeficiente de variación: estadístico que se utiliza en ocasiones para medir la variabilidad de la población o muestra de los valores de los datos, especifica el tamaño de la desviación estándar como un porcentaje de la media. Se calcula dividiendo la desviación estándar entre la media ($CV = S/\bar{X} (100)$).

% para Guatemala, del 12.40 % para San Jerónimo y del 9.0¹ % para Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y campo para *C. lusitanica* Mill.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	47	49	48	50
Coefficiente de variación (%)	4.0	13.70	12.40	9.01
Inicio y finalización de la germinación (días)	13 – 22	14 – 22	19 – 33	19 – 33

El análisis estadístico de Kruskal Wallis ³ entre los resultados de germinación de los dos ambientes evaluados, no mostró diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 1.A5).

Como se puede observar en el cuadro anterior, los resultados obtenidos en cuanto a la germinación de las semillas tanto en el ambiente de laboratorio como de campo, son bastantes similares; sin embargo, se puede notar que la variación porcentual con respecto a la media (coeficiente de variación) así como los días de prueba e inicio de la germinación en las tres localidades de campo fue mayor. Observándose un aumento en la variación porcentual en los resultados de campo de hasta 13.70 %, en comparación con la de laboratorio de 4 % (coeficiente de variación), variación que se observa en los resultados obtenidos en Guatemala, y registrándose en campo hasta 11 días de diferencia con relación al tiempo de evaluación en laboratorio, específicamente en las localidades de San Jerónimo y Cobán. Las diferencias entre los resultados del ambiente de laboratorio y campo, es producto de las condiciones climáticas fluctuantes e impredecibles que se observan en este ambiente (campo), ya que en laboratorio se presentaron condiciones constantes, siendo el principal factor en las diferencias encontradas.

³ Análisis de varianza de una clasificación por rangos de Kruskal-Wallis: Es una prueba extremadamente útil para decidir si K muestras independientes, son de poblaciones diferentes. Los valores de las muestras, casi invariablemente, difieren un poco y la cuestión radica en que las diferencias entre las muestras signifiquen diferencias genuinas de población o simples variaciones aleatorias

7.2.2. Valor germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo de las semillas en los dos ambientes, se determinó bajo el ambiente de laboratorio un valor germinativo de 4.19, resultado que se interpreta como una mayor germinación obtenida en menor tiempo, siendo este valor superior a los obtenidos en campo. Bajo las condiciones de Guatemala se obtuvo un valor germinativo del 3.723, del 2.10 para San Jerónimo y del 2.326 para Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Resultados del valor germinativo para los dos ambientes evaluados para *C. lusitanica* Mill.

Variable /Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor germinativo	4.190	3.723	2.100	2.326

El análisis estadístico de Kruskal Wallis efectuado a los resultados del valor germinativo en los ambientes evaluados, mostró diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 2.A5). Utilizando el análisis de Mann Whitney ⁴ se estableció que los resultados del valor germinativo obtenidos en laboratorio y en la localidad de Guatemala no presentan diferencias significativas. Mientras que el resultado obtenido en condiciones de laboratorio sí presenta diferencias significativas ante los resultados de San Jerónimo y Cobán.

Como se puede observar, las diferencias entre los valores germinativos obtenidos bajo los ambientes de laboratorio y campo es significativa, siendo de 0.467 hasta 2.09, excepto la obtenida en la localidad de Guatemala, la cual es similar a la obtenida en laboratorio. Este comportamiento del valor germinativo puede ser explicado por medio del resultado del tiempo de inicio y finalización de la prueba de germinación, que como se pudo analizar en el inciso 7.2.1, prueba de germinación, fue mayor el tiempo de prueba para las pruebas realizadas bajo condiciones de campo, principalmente para las localidades de San

⁴ Prueba *U* de Mann Whitney: prueba para dos muestras independientes, puede usarse para probar si dos grupos independientes han sido tomados de la misma población. Es una de las pruebas no paramétricas más poderosas y constituye la alternativa más útil ante la prueba paramétrica *T* cuando el investigador desea evitar las suposiciones que ésta exige. (24)

Jerónimo y Cobán, como también influyó el inicio de la germinación, que fue mayor para las localidades antes mencionadas.



7.2.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación realizada bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de Guatemala se obtuvo 39 % de plantas aptas para el transplante, mientras en San Jerónimo se obtuvo un 33 % y en Cobán un 36 %. De la misma forma se obtuvo la variación respecto a la media (coeficiente de variación) la cual fue del 20.96 % para Guatemala, del 20.27 % para San Jerónimo y del 17.54 % para Cobán, tal y como se muestra en Cuadro 12.

Cuadro 12. Resultados de plantas aptas para el transplante en las localidades evaluadas para *C. lusitanica* Mill.

Variable \ Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el transplante (PAT) (%)	39	33	36
Coefficiente de variación (%)	20.96	20.27	17.54

El análisis estadístico de Kruskal Wallis, entre el porcentaje de semillas germinadas en laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a ser aptas para el transplante, mostraron diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 3.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.2.1, pruebas de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en condiciones de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el transplante, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante en las condiciones evaluadas para *C. lusitanica* Mill.

Ambiente		Germinación en campo (%)	Plantas aptas para el transplante (%)
Laboratorio Germinación (%)	Campo (localidades)		
47	Guatemala	49	39
	San Jerónimo	48	33
	Cobán	50	36

Se podría deducir que la proporción de semillas que germina en condiciones naturales serán plantas aptas para el transplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el transplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en condiciones de laboratorio.

Por lo tanto, se puede indicar que en el ambiente de campo, entre el proceso de germinación y de transplante se generan pérdidas del 10 % para la localidad de Guatemala, del 15 % para San Jerónimo y de 14 % para Cobán. Como también se reportan pérdidas de plantas, comparando el porcentaje de plantas aptas para el transplante y la germinación en laboratorio, del 8 % para Guatemala, del 14 % para San Jerónimo y del 11 % para Cobán.

Esta información, aunada a la información del porcentaje de germinación y valor germinativo será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para reproducción de la especie, utilizando como referencia la germinación obtenida bajo el ambiente de laboratorio.

7.3. Resultados obtenidos para la especie *Eucalyptus citriodora* Hook

7.3.1. Prueba de germinación

En el ambiente de laboratorio se realizó la evaluación en un período de 14 días. La germinación bajo estas condiciones inició a los 9 días, obteniéndose un resultado del 91 % de germinación, dicho resultado presentó una variación porcentual (coeficiente de variación) del 1.79 % con respecto a su promedio.

La germinación bajo el ambiente de laboratorio es superior a la obtenida en el ambiente de campo, observando una diferencia de hasta del 36 % entre ambos ambientes. Bajo el ambiente de campo se realizó la evaluación en un periodo de 25 a 30 días, observándose el inicio de la germinación a los 10 días en la localidad de Guatemala, 19 en la localidad de San Jerónimo y 9 días en Cobán, obteniéndose en la localidad de Guatemala un resultado de germinación del 55 %, en San Jerónimo 73 % y Cobán del 69 %. De la misma forma se determinó la variación (coeficiente de variación) con respecto al valor promedio, el cual fue del 18.87 % para Guatemala, en San Jerónimo del 11.35 % y Cobán del 23.03 %, tal como se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y campo para *E. citriodora* Hook.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	91	55	73	69
Coeficiente de variación (%)	1.79	18.87	11.35	23.03
Inicio y finalización de germinación (días)	9 – 14	10 – 25	19 – 30	9 – 27

El análisis estadístico de Kruskal Wallis de los resultados de germinación de los dos ambientes a que se expuso la semilla, presentan diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 4.A5).

Como se muestra en el cuadro anterior, los resultados obtenidos en cuanto a la germinación de las semillas en el ambiente de laboratorio y campo, presentan diferencias significativas, estableciéndose que bajo el ambiente de laboratorio se obtuvo una germinación que superó en más del 18 % a los resultados de campo. Registrándose en campo pérdidas de semillas con respecto al resultado obtenido en laboratorio del 36 % en la localidad del Guatemala, del 22 % en la localidad de Cobán y del 18 % en San Jerónimo. De la misma manera, la variación porcentual (coeficiente de variación) con respecto a la germinación promedio y el inicio como la finalización de la germinación, es mayor bajo el ambiente de campo.

7.3.2. Valor germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo en los diferentes ambientes, se pudo observar que bajo el ambiente de laboratorio se obtuvo 39.71, valor que superó a los resultados de campo, lo que indica que la germinación fue mayor a la obtenida en campo, como también la misma fue obtenida en menor tiempo.

En el ambiente de campo se obtuvo un valor germinativo de 5.51 en la localidad de Guatemala, 5.91 en San Jerónimo y 9.75 en la localidad de Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Resultado del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para *E. citriodora* Hook.

Variable \ Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor germinativo	39.71	5.51	5.91	9.75

El análisis estadístico de Kruskal Wallis muestra que existe diferencias en el valor germinativo entre los ambientes a que se expuso la semilla (Ver Apéndice 5, Cuadro 5.A5).

Como se puede observar, la diferencia entre los valores germinativos obtenidos bajo los ambientes de laboratorio y campo es bastante amplia, observándose variación de hasta 33.49, resultado que puede ser explicado sobre la base del resultado de germinación, como también el tiempo de la prueba, puntos tratados en el inciso 7.3.1, prueba de germinación, observándose que bajo el ambiente de campo se obtuvo resultados de germinación menores al obtenido en laboratorio, teniendo una diferencia de hasta 36 %, germinación que se obtuvo en un tiempo mayor, por lo anterior, el valor germinativo del ambiente de campo es menor al obtenido en laboratorio.

7.3.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de Guatemala se obtuvo un resultado del 50 %, en la localidad de San Jerónimo del 55 % y en Cobán del 36 %. De la misma forma

se obtuvo la variación respecto a la media (coeficiente de variación) el cual fue del 29.3 % para Guatemala, del 13.2 % para San Jerónimo y en Cobán del 30.6 %, tal como se muestra en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Resultado de plantas aptas para el trasplante en las localidades evaluadas para *E. citriodora* Hook.

Variable / Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el trasplante (%)	50	55	36
Coeficiente de variación (%)	29.3	13.2	30.6

El análisis estadístico de Kruskal Wallis realizado, estableció diferencias significativas al comparar el porcentaje de semillas germinadas bajo el ambiente de laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a ser aptas para el trasplante, en cada una de las localidades donde se evaluó la semilla de eucalipto (Ver Apéndice 5, Cuadro 6.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.3.1, pruebas de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en el ambiente de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el trasplante, como se muestra en Cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados de germinación y plantas aptas para el trasplante para *E. citriodora* Hook.

Ambiente		Germinación en campo (%)	Plantas aptas para el trasplante (%)
Laboratorio Germinación (%)	Campo (localidades)		
91	Guatemala	55	50
	San Jerónimo	73	55
	Cobán	69	36

Se podría deducir que la proporción de semillas que germinan en el ambiente de campo será plantas aptas para el trasplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes, teniendo una diferencia del 5 % para Guatemala, del 18 % para San Jerónimo y un 33 % para Cobán. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el trasplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en condiciones de laboratorio, teniendo una diferencia del 41 % en Guatemala, 36 % en San Jerónimo y del 55 % en Cobán.

Esta información, aunada a la información de germinación y valor germinativo, será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para la reproducción de la especie, utilizando como referencia el resultado obtenido en el ambiente de laboratorio.

7.4. Resultados obtenidos para la especie *Eucalyptus globulus* Labill

7.4.1. Prueba de germinación

Bajo el ambiente de laboratorio se realizó la evaluación en un período de 11 días, iniciando la germinación bajo estas condiciones en el día 6, obteniéndose una germinación del 69 % y una variación (coeficiente de variación) del 8.09 % con respecto al resultado promedio.

La germinación en laboratorio es superior a la obtenida en campo, obteniéndose los resultados en campo en un período de 13 días en la localidad de Guatemala, 26 días en San Jerónimo y 23 días en la localidad de Cobán, iniciando la germinación en 8 días en la localidad de Guatemala, 12 días en San Jerónimo y 9 en Cobán. En la localidad de Guatemala se obtuvo una germinación del 17 %, en San Jerónimo del 41 % y en Cobán del 12 %. De la misma manera se obtuvo la variación porcentual (coeficiente de variación) de los resultados con respecto al valor promedio, siendo del 31.8 % para la localidad de Guatemala, del 35.27 % para San Jerónimo y del 30.32 % en Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y campo para *E. globulus* Labill.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	69	17	41	12
Coefficiente de variación (%)	8.09	31.8	35.27	30.32
Inicio y finalización de germinación (días)	6 – 11	8 – 13	12 – 26	9 – 23

El análisis estadístico de Kruskal Wallis, entre los resultados de germinación obtenidos en laboratorio y los obtenidos en campo, mostró que sí existen diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 7.A5).

Como se muestra el cuadro anterior en el ambiente de laboratorio la semilla se expuso bajo condiciones en donde se obtuvo un resultado de germinación que superó a los resultados de campo en mas de 57 %. El resultado de laboratorio presentó una variación menor a la obtenida en campo y a la vez un menor tiempo en el inicio como en la finalización de la prueba, contrario a esto en el ambiente de campo se observó un aumento en el tiempo de la prueba y se obtuvo resultados de germinación menores a los obtenidos en laboratorio.

En la localidad de San Jerónimo se obtuvo una germinación, la cual es dentro de los resultados de campo la que más se acercó al resultado de laboratorio, pero este resultado difiere del resultado de laboratorio en 28 %, mientras en las localidades de Guatemala y Cobán se obtuvieron resultados de germinación por debajo del 17 %, siendo las localidades en donde se obtuvieron los menores resultados de germinación. Por lo tanto, el bajo nivel de la germinación, la alta variación (coeficiente de variación) de los resultados de germinación, como también el inicio y finalización de la prueba, es importante tomar en cuenta las diferencias encontradas al momento de la reproducción de esta especie con respecto a las otras especies en estudio ya que se reproduce en menor proporción bajo condiciones de campo, principalmente en las localidades de Guatemala y Cobán.

7.4.2. Valor Germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo de las semillas en los diferentes ambientes, se pudo observar que bajo el ambiente de laboratorio se obtuvo un valor germinativo de 43, siendo este mayor a los resultados de campo, lo que indica una mayor germinación, obtenida en menor tiempo. En el ambiente de campo se obtuvo en la localidad de Guatemala un resultado de 1.62 de valor germinativo, en San Jerónimo 2.69 y en Cobán 0.33, como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para *E. globulus* Labill

Variable /Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor germinativo	43	1.62	2.69	0.33

El análisis estadístico de Kruskal Wallis, muestra que existe diferencias significativas en el valor germinativo dentro de los dos ambiente a que se expuso la semilla (Ver Apéndice 5, Cuadro 8.A5).

El valor germinativo obtenido en el ambiente de laboratorio supera en mas de 40.31 de valor germinativo a los resultados de campo, como se mostró en el cuadro anterior. Esta notable diferencia puede ser explicada, basándose en los resultados que se presentaron en el inciso 7.4.1, prueba de germinación, en donde se observó que los resultados de germinación en campo fueron menores a los obtenidos en laboratorio, sumado a esto también los tiempos de prueba fueron mayores a los registrados en laboratorio, por tal razón, los resultados de campo presentaron valores germinativos menores a los obtenidos en laboratorio.

7.4.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación realizada bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de San Jerónimo se obtuvo 22 % de plantas aptas para el transplante, en Guatemala y Cobán se obtuvo resultados menores del 17 %. De la misma forma se obtuvo la variación (coeficiente de variación) con respecto al valor promedio, obteniendo 40 % en la localidad de San Jerónimo, y mayores del 64 % en las localidades de Guatemala y Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Resultado de plantas aptas para el transplante en el ambiente de campo para *E. globulus* Labill.

Variable / Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el transplante (%)	5	22	9
Coefficiente de variación (%)	84.7	40	64

El análisis estadístico de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas, al comparar el porcentaje de semillas que germinaron en condiciones de laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a ser aptas para el transplante, en cada una de las localidades (Ver Apéndice 5, Cuadro 9.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.4.1, pruebas de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en condiciones de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el transplante, como se muestra en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante para *E. globulus* Labill.

Ambiente		Germinación en campo (%)	Plantas aptas para el transplante (%)
Laboratorio germinación (%)	Campo (localidades)		
69	Guatemala	17	5
	San Jerónimo	41	22
	Cobán	12	9

Se podría deducir que la proporción de semillas que germinan en el ambiente de campo serán plantas aptas para el transplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el transplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en condiciones de laboratorio.

Por lo tanto, se puede deducir que en condiciones naturales, entre el proceso de germinación y de transplante se generan pérdidas del 12 % para Guatemala, del 19 % en San Jerónimo y del 3 % en Cobán, y se generan pérdidas de plantas entre la germinación de laboratorio y el transplante en campo, del 64 % para Guatemala, del 47 % para San Jerónimo y del 60 % para Cobán.

Esta información, aunada a la información de germinación y valor germinativo, será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para la producción de la especie, utilizando como referencia el resultado que se obtiene en el ambiente de laboratorio.

7.5. Resultados obtenidos para la especie *Liquidambar styraciflua* L.

7.5.1. Prueba de germinación

Bajo el ambiente de laboratorio se realizó la evaluación en un período de 30 días. La germinación inició a los 14 días, obteniéndose un resultado del 75 %, presentando una variación del 2.94 % con respecto a la media.

En el ambiente de campo se obtuvieron los resultados en 41 días para Guatemala, 39 días en San Jerónimo y en Cobán en 43 días. La germinación inició a los 21 días en Guatemala, 19 en San Jerónimo y a los 23 días en Cobán, obteniéndose resultados del 60 % en la localidad de Guatemala, del 51 % en San Jerónimo y en Cobán se obtuvo 35 %. Las variaciones respecto a la media (coeficiente de variación) fueron del 7 % para Guatemala, del 15.30 % para San Jerónimo y del 17 % para Cobán, como se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Resultados de germinación para los ambientes evaluados para *L. styraciflua* L.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	75	60	51	35
Coeficiente de variación (%)	2.94	7	15.30	17
Inicio y finalización de la germinación (días)	14 - 30	21 - 41	19 - 39	23 - 43

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre los resultados de germinación de los dos ambientes a que se expuso la semilla, mostraron diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 10.A5).

Como se puede observar en el cuadro anterior la germinación obtenida en laboratorio presenta diferencias ante los resultados de campo, presentando diferencias que van del 15 % hasta del 40 %, siendo la localidad de Cobán la que presento mayor diferencia. También se puede notar que existen diferencias entre los coeficientes de variación de los resultados de laboratorio y campo, siendo mayores los obtenidos en campo, obteniéndose estos resultados en períodos de tiempo mayor, comparado con el tiempo reportado para la obtención de los resultados de laboratorio.

7.5.2. Valor germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo de las semillas en los diferentes ambientes, se pudo observar que bajo condiciones de laboratorio se obtuvo un valor germinativo del 7.805, siendo este resultado mayor a los resultados de campo, indicando que bajo condiciones de laboratorio se obtuvo una mayor germinación a la obtenida en campo y a la vez en menor tiempo. Los

valores germinativos obtenidos en campo oscilan entre 0.699 y 2.24, valores que difieren en más de 5.565, del resultado de laboratorio, tal como se muestra en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Resultados del valor germinativo en los ambientes evaluados para *L. styraciflua* L.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor germinativo	7.805	2.24	2.05	0.699

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre los valores germinativos de los dos ambientes evaluados (laboratorio, campo), presentó diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 11.A5).

El valor germinativo obtenido bajo el ambiente de laboratorio superó en más de 5.565 a los resultados de campo. La disminución del valor germinativo en campo es producto de la disminución de la germinación y a la vez el aumento del tiempo de la prueba, puntos tratados en el inciso 7.5.1, prueba de germinación, lo que en conjunto explica el valor germinativo, ya que el mismo esta basado en la germinación y el tiempo en que se obtiene el resultado, resultados que son producto de las condiciones de campo, las cuales son fluctuantes e impredecibles, lo contrario a las condiciones del ambiente de laboratorio, por lo que bajo el ambiente de campo se obtuvo un valor germinativo menor al obtenido en laboratorio. Aspectos a tomar en cuenta al momento de la planificación, ya que existen diferencias entre ambos ambientes (laboratorio y campo), presentando la posibilidad de pérdida de plantas, en el ambiente de campo.

7.5.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación realizada bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de Guatemala se obtuvo 41 % de plantas aptas para el transplante, en San Jerónimo se obtuvo 31 % y en Cobán 23 %. De la misma forma se determinó la variación con respecto a la media (coeficiente de variación) el cual fue del

15 % para Guatemala, del 17 % para San Jerónimo y para Cobán del 22 %, tal como se muestra en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Resultado de plantas aptas para el transplantes en las tres localidades evaluadas para *L. styraciflua* L.

Variable / Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el transplante (%)	41	31	23
Coefficiente de variación (%)	15	17	22

El análisis estadístico de Kruskal Wallis realizado, estableció que existen diferencias significativas al comparar el porcentaje de semillas que germinaron en laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a desarrollarse al momento del transplante en las localidades evaluadas (Ver Apéndice 5, Cuadro 12.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.5.1, pruebas de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en el ambiente de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el transplante, como se muestra en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Resultados de germinación y plantas aptas para el transplante *L. styraciflua* L.

Ambiente		Germinación campo (%)	Plantas aptas para el transplante (%)
Laboratorio germinación (%)	Campo (localidades)		
75	Guatemala	60	41
	San Jerónimo	51	31
	Cobán	35	23

Se podría deducir que la proporción de semillas que germinan en condiciones naturales serán plantas aptas para el transplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el transplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en el ambiente de laboratorio.

Por lo tanto, se puede deducir que en condiciones naturales, entre el proceso de germinación y de transplante se generan pérdidas del 19 % para la localidad de Guatemala, del 20 % para san Jerónimo y del

12 % para Cobán y se generan pérdidas entre la germinación en laboratorio y plantas aptas del transplante del 34 % para Guatemala, del 44 % para San Jerónimo y del 52 % en Cobán. Diferencias que son producto de las condiciones de campo, ya que las mismas son fluctuantes e impredecibles, lo que afecta el proceso de germinación.

Esta información, aunada a la información del porcentaje de germinación y valor germinativo, será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para la reproducción de la especie, utilizando como referencia los resultados que se obtienen en el ambiente de laboratorio.

7.6. Resultados obtenidos para la especie *Pinus maximinoi* H.E Moore

7.6.1. Prueba de germinación

En el ambiente de laboratorio se realizó la evaluación en un período de 23 días. La germinación inició a los 11 días, obteniéndose un resultado del 73 % y una variación del 11 % con respecto a la media.

En el ambiente de campo, la evaluación duró 28 días en la localidad de Guatemala, 35 días en San Jerónimo y 33 días en Cobán. El resultado de germinación en cada una de las localidades fue del 74 % para Guatemala, del 67 % para San Jerónimo y del 35 % para Cobán. La variación respecto a la media (coeficiente de variación) fue del 6.49 % para Guatemala, del 10.73 para San Jerónimo y del 37.21 % para Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 23.

Cuadro 26. Resultados de germinación en los dos ambientes evaluados para *P. maximinoi* H.E Moore.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	73	74	67	35
Coeficiente de Variación (%)	11	6.49	10.73	37.21
Inicio y finalización de la germinación (días)	11 – 23	14 – 28	19 – 35	14 – 33

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre la germinación de los ambientes evaluados, muestra diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 13.A5). Con base al análisis de Mann Whitney se estableció que no existen diferencias significativas entre la germinación en laboratorio y las localidades de

Guatemala y San Jerónimo. Mientras el resultado de la localidad de Cobán si difiere del resultado de germinación en laboratorio.

La germinación obtenida bajo condiciones de laboratorio es estadísticamente igual a los resultados obtenidos en las localidades de Guatemala y San Jerónimo, logrando obtener el mismo resultado que se reporta en laboratorio. A pesar de tener un valor en la germinación igual en ambas localidades se tienen diferencias en el tiempo utilizado en la prueba, ya que la germinación en las localidades de Guatemala y San Jerónimo se obtuvo a los 28 y 35 días, variando del tiempo utilizado en laboratorio en 5 y 12 días respectivamente.

La localidad de Cobán es la única que varió del resultado de laboratorio. Teniendo una diferencia de 38 % entre ambos resultados, localidad en donde se reportan pérdidas, las cuales tienen que ser cuantificadas al momento de la producción. Por lo tanto, las diferencias encontradas tanto en el resultado de germinación, como también en el tiempo de la prueba entre ambos ambientes (laboratorio y campo), es producto de las condiciones climáticas en campo, ya que las mismas son fluctuantes e impredecibles, siendo condiciones contrarias a los que se presentaron en laboratorio, las cuales son constantes y sin fluctuaciones, diferencias a tomar en cuenta al momento de la producción, logrando una mejor aproximación del calculo de la semilla en la planificación.

7.6.2. Valor germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo de las semillas en los diferentes ambientes, se pudo observar que bajo el ambiente de laboratorios se obtuvo un valor germinativo de 9.64, el cual es mayor al obtenido en campo, valor que representa el porcentaje de germinación y el tiempo en la prueba.

Bajo condiciones de campo se obtuvo en la localidad de Guatemala un valor germinativo de 6.99, en la localidad de San Jerónimo 4.14 y en la localidad de Cobán 1.26, tal como se muestra en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Resultado del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para *P. maximinoi* H E Moore

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor germinativo	9.64	6.994	4.144	1.261

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre los valores germinativos de los dos ambientes evaluados, establece que existen diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 14.A5).

Como se puede apreciar en el cuadro anterior el valor germinativo obtenido en laboratorio difiere del valor germinativo obtenido en campo, presentando diferencias que oscilan entre 2.65 y 8.38, lo cual puede ser interpretado sobre la base del resultado de germinación, como del inicio y finalización de la prueba, resultados que bajo el ambiente de campo, difieren de los obtenidos en laboratorio.

Los resultados de germinación expuestos en la sección 7.6.1, pruebas de germinación, indican que la germinación en las localidades de Guatemala y San Jerónimo son similares a la obtenida en laboratorio, pero a pesar de esto el comportamiento del proceso es distinto al obtenido en laboratorio, ya que la variación que se reporta en ambas localidades es distinta a la obtenida en laboratorio, sumado a esto el inicio como la finalización de la evaluación fue mayor en las condiciones de las mencionadas localidades. Estas diferencias son más notables en los resultados de Cobán, ya que en esta localidad se obtuvo una menor germinación, con respecto al resultado de laboratorio, obteniéndose en un tiempo de 33 días, tiempo que difiere del reportado en laboratorio en 10 días, lo que se encuentra representado en el valor germinativo obtenido en dicha localidad, el cual es el menor.

7.6.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de Guatemala se obtuvo 40 % de plantas aptas para el transplante, en San Jerónimo 31 % y para Cobán se obtuvo 26 %. De la misma forma se obtuvo la variación respecto a la media (coeficiente de variación) el cual fue de 23 % para Guatemala, 24 % para San Jerónimo y 27 % para Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Resultado de plantas aptas para el trasplante en las localidades evaluadas para *P. maximinoi* H.M. Moor.

Variable / Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el trasplante (%)	40	31	26
Coefficiente de variación (%)	23	24	27

El análisis estadístico de Kruskal Wallis, mostró que sí existen diferencias significativas entre el porcentaje de semillas que llegaron a germinar en el ambiente de laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a ser aptas para el trasplante en cada una de las localidades evaluadas (Ver Apéndice 5, Cuadro 15.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.6.1, prueba de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en condiciones de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el trasplante, como se muestra en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Resultados de germinación y plantas aptas para el trasplante para *P. maximinoi* H.M. Moor.

Ambiente		Germinación campo (%)	Plantas aptas para el trasplante (%)
Laboratorio germinación (%)	Campo (laboratorio)		
73	Guatemala	74	40
	San Jerónimo	67	31
	Cobán	35	26

Se podría deducir que la proporción de semillas que germinan en condiciones naturales serán plantas aptas para el trasplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el trasplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en condiciones de laboratorio.

Por lo tanto, se puede deducir que en condiciones naturales, entre el proceso de germinación y de trasplante se generan pérdidas del 34 % en la localidad de Guatemala, 36 % en San Jerónimo y 9 % en Cobán, como también se puede cuantificar las pérdidas entre la germinación en laboratorio y las plantas

aptas para el trasplante, las cuales fueron del 33 % en Guatemala, del 42 % en San Jerónimo y del 47 % en Cobán.

Esta información, aunada a la información del porcentaje de germinación y valor germinativo, será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para la reproducción de la especie.

7.7. Resultados obtenidos para la especie *Pinus oocarpa* Schiede

7.7.1. Prueba de germinación

En condiciones de laboratorio se realizó la evaluación en un período de 21 días. La germinación bajo estas condiciones inició a los 11 días, registrándose un resultado del 80 % y una variación del 7.07 % con respecto a la media.

Los resultados en condiciones de laboratorio son muy semejantes a los resultados de germinación obtenidos en las localidades de Guatemala y San Jerónimo, localidades donde se obtuvo el resultado en 20 y 24 días respectivamente, iniciando la germinación a los 13 días en Guatemala y 19 días en San Jerónimo, obteniéndose en ambas localidades un resultado de germinación del 79 % y una variación (coeficiente de variación) con respecto al valor promedio del 10.15 % para Guatemala y 8.96 % para San Jerónimo.

En la localidad de Cobán se realizó la evaluación en un período de 33 días. La germinación inició a los 14 días, registrándose un resultado del 67 % en la germinación y una variación (coeficiente de variación) de 9.24 % con respecto al promedio, tal como se muestra en el Cuadro 30.

Cuadro 30. Resultados de germinación para el ambiente de laboratorio y campo para *P. oocarpa* Schiede

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	80	79	79	67
Coeficiente de variación (%)	7.07	10.15	8.96	9.24
Inicio y finalización de la germinación (días)	11 – 21	13 – 20	19 – 24	14 – 33

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre los resultados de germinación de los dos ambientes evaluados, mostró diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 16.A5). Utilizando el análisis de Mann Whitney se estableció que los resultados de germinación en laboratorio y los resultados de Guatemala y San Jerónimo, son estadísticamente iguales. Mientras los resultados en la localidad de Cobán sí presentan diferencias significativas ante los resultados de laboratorio.

Como se puede observar en el cuadro anterior el resultado de germinación obtenido bajo el ambiente de laboratorio es similar al resultado de campo, específicamente el obtenido en las localidades de Guatemala y San Jerónimo. A pesar de haberse obtenido resultados semejantes, se pueden observar que existen diferencias en la variación (coeficiente de variación) porcentual con respecto al promedio, el cual es mayor en los resultados de campo. La localidad de Cobán en la cual se obtuvo un resultado menor al obtenido en laboratorio, presenta además de la diferencia entre los resultados de germinación, una variación (coeficiente de variación) mayor con respecto al promedio y un tiempo de evaluación que se prolongó por mayor tiempo (33 días). Las diferencias encontradas es producto de las condiciones climáticas de campo, ya que las mismas no son constantes y son impredecibles, mientras en laboratorio son constantes, lo que llega a afectar al proceso de germinación.

7.7.2. Valor Germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo, de las semillas en los dos ambientes, se pudo observar que bajo el ambiente de laboratorio se obtuvo un valor germinativo de 13.49, mientras que bajo el ambiente de campo se obtuvo un valor germinativo del 14.84 en Guatemala, del 10.65 en San Jerónimo y del 4.53 en Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para *P. oocarpa* Schiede.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor germinativo	13.49	14.82	10.65	4.53

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre los resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados, se establecen diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 17.A5). Sobre la base del análisis de Mann Whitney se estableció que no existen diferencias significativas entre los resultados del valor germinativo obtenidos en laboratorio y la localidad de Guatemala. Mientras en las localidades de San Jerónimo y Cobán, sí presentaron diferencias significativas con relación al resultado de laboratorio.

El resultado del valor germinativo obtenido bajo condiciones de laboratorio es similar al obtenido en la localidad de Guatemala. Lo que representa, que en ambas condiciones se obtienen resultados similares, en un mismo período y en una misma proporción de germinación. Lo que indica que utilizando el resultado de laboratorio, para la producción en campo específicamente en la localidad de Guatemala, se logra obtener el mismo resultado, tanto en proporción como en tiempo del proceso.

En las localidades de San Jerónimo y Cobán se obtuvo un valor germinativo distinto al resultado de laboratorio, diferencia que se puede explicar sobre la base de los resultados presentados en el punto 7.7.1, pruebas de germinación, en la cual se observa que en dichas localidades la germinación es menor y el tiempo de evaluación es mayor, esto con relación a lo obtenido en laboratorio, producto de las condiciones prevalecientes en el ambiente de campo, las cuales no son constantes, contrario a las condiciones de laboratorio, por tal razón los valores germinativos de estas localidades son menores.

7.7.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de Guatemala se obtuvo 71 % de plantas aptas para el transplante, mientras que en San Jerónimo se obtuvo un 62 %, y en Cobán un 40 %. De la misma forma se obtuvo la variación respecto a la media (coeficiente de variación) la cual fue del 13.3 % para Guatemala, del 12.9 % para San Jerónimo y del 28.3 % para Cobán, como se muestra en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Resultados de plantas aptas para el trasplante en las localidades evaluadas para *P. oocarpa* Schiede.

Variable / Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el trasplante (%)	71	62	40
Coefficiente de variación (%)	13.3	12.9	28.3

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre el porcentaje de semillas que germinaron en laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a desarrollarse al momento del trasplante, presentaron diferencias significativas (ver Apéndice 5, Cuadro 18.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.7.1, pruebas de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en condiciones de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el trasplante, como se muestra en el Cuadro 33.

Cuadro 33. Resultados de germinación y plantas aptas para el trasplante para *P. oocarpa* Schiede

Ambiente		Germinación campo (%)	Plantas aptas para el trasplante (%)
Laboratorio germinación (%)	Campo (localidades)		
80	Guatemala	79	71
	San Jerónimo	79	62
	Cobán	67	40

Se podría deducir que la proporción de semillas que germinan en el ambiente de campo, serán plantas aptas para el trasplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el trasplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en condiciones de laboratorio.

Por lo tanto, se puede deducir que en condiciones naturales, entre el proceso de germinación y de trasplante se generan pérdidas del 8 % para la localidad de Guatemala, del 17 % para San Jerónimo y del 27 % para Cobán, y también entre la germinación en laboratorio y las plantas aptas para el trasplante, del 9 % para Guatemala, del 18 % para San Jerónimo y del 40 % en Cobán.

Esta información, aunada a la información del porcentaje de germinación y valor germinativo, será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para la reproducción de la especie, utilizando como referencia el resultado que se obtiene en el ambiente de laboratorio.

7.8. Resultados obtenidos para la especie *Pinus pseudostrobus* Lindl

7.8.1. Prueba de germinación

En el ambiente de laboratorio se realizó la evaluación en un período de 24 días. La germinación inició a los 12 días, obteniéndose un resultado del 62 % y una variación porcentual de 10.80 % con respecto al promedio.

La germinación obtenida en laboratorio es muy similar a la obtenida en las localidades de Guatemala y San Jerónimo. Localidades en donde se obtuvo el resultado de germinación en un período de 30 días para Guatemala, 35 días para las localidades de San Jerónimo y Cobán, obteniéndose un resultado del 62 % de germinación en la localidad de Guatemala, del 60 % en San Jerónimo y 51 % en Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Resultados de germinación en el ambiente de laboratorio y campo para *P. pseudostrobus* Lindl.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Germinación (%)	62	62	60	51
Coefficiente de variación (%)	10.86	11.83	19.22	11.54
Inicio y finalización de la germinación (días)	12 – 24	14 – 30	19 – 35	16 – 35

El análisis estadístico de Kruskal Wallis, entre los resultados de germinación de los dos ambientes evaluados, mostró diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 19.A5). Basándose en el análisis de Mann Whitney se estableció que no existen diferencias significativas entre los resultados de laboratorio y los obtenidos en las localidades de Guatemala y San Jerónimo. Mientras los obtenidos en la localidad de Cobán si presentan diferencias significativas, respecto a la germinación de laboratorio.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior los resultados de germinación en laboratorio son similares a los obtenidos en las localidades de Guatemala y San Jerónimo, mientras en la localidad de Cobán se presentan diferencias. A pesar de presentar resultados similares en las localidades de Guatemala y San Jerónimo con respecto al resultado de laboratorio, se puede observar que la variación de los resultados con respecto al promedio (coeficiente de variación) es mayor en las mencionadas localidades (11.83 % y 19.22 % de Coeficiente de variación), como también se observó una prolongación en la evaluación (30 y 35 días). Estas diferencias son también notables en los resultados obtenidos en la localidad de Cobán, obteniéndose en un tiempo de prueba que superó en 11 días a la prueba realizada en laboratorio.

7.8.2. Valor Germinativo

Después de aplicar el procedimiento para obtener el valor germinativo, de las semillas en ambos ambientes, se pudo observar que bajo el ambiente de laboratorio se obtuvo un valor germinativo de 6.825, mientras que bajo el ambiente de campo se obtuvo un valor germinativo del 4.957 en Guatemala, del 3.38 en San Jerónimo y del 2.21 para Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Resultados del valor germinativo en los dos ambientes evaluados para *P. pseudostrobus* Lindl.

Variable / Ambiente	Laboratorio	Campo		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Valor Germinativo	6.825	4.957	3.38	2.21

El análisis estadístico de Kruskal Wallis entre los resultados del valor germinativo de los dos ambientes evaluados sí presentan diferencias significativas (Ver Apéndice 5, Cuadro 20.A5).

En condiciones de laboratorio se obtuvo el mayor valor germinativo, resultado que explica el mayor porcentaje en la germinación, como también el menor tiempo de evaluación. En campo se obtuvieron valores germinativos menores a los obtenidos en laboratorio, teniendo diferencias desde 1.868 (Guatemala) hasta 4.615 (Cobán), diferencias producto de las condiciones de campo las cuales fueron fluctuantes e impredecibles, condiciones contrarias a las presentadas durante la evaluación en el ambiente de laboratorio, las cuales fueron constantes y controladas, factores que afectan la germinación. Como es analizado en el

punto 7.8.1, prueba de germinación, la germinación es menor en la localidad de Cobán y el tiempo de la prueba es mayor, por lo que se obtuvo un valor germinativo menor al obtenido en laboratorio, mientras en las localidades de Guatemala y San Jerónimo se observó que la prueba se prolongó por mayor tiempo, factor que influyó en la obtención de valores germinativos menores al obtenido en laboratorio.

7.8.3. Plantas aptas para el transplante

De acuerdo a la metodología planteada, se procedió a cuantificar, dentro de la evaluación realizada bajo el ambiente de campo, el número de plantas aptas para el transplante. En la localidad de Guatemala se obtuvo 51 % de plantas aptas para el transplante, mientras en la localidad de San Jerónimo se obtuvo un 46 % y en Cobán se obtuvo un 34 %. De la misma forma se obtuvo la variación respecto a la media (coeficiente de variación) el cual fue del 26 % para Guatemala, del 15.3 % para San Jerónimo y del 19.4 % para Cobán, tal como se muestra en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Resultado de plantas aptas para el transplante, en las tres localidades evaluadas para *P. pseudostrobus* Lindl.

Variable / Ambiente	Campo (localidades)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
Plantas aptas para el transplante (%)	51	46	34
Coefficiente de variación (%)	26	15.3	19.4

El análisis estadístico Kruskal Wallis, entre el porcentaje de semillas que germinaron en laboratorio y el porcentaje de semillas que llegaron a ser aptas para el transplante, presentaron diferencias significativas (Ver Apéndice5, Cuadro 21.A5).

Tomando en cuenta la información proporcionada en el inciso 7.9.1, pruebas de germinación, se puede realizar un análisis comparativo entre la germinación tanto en condiciones de laboratorio como de campo, con la proporción de plantas aptas para el transplante, como se muestra en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Resultados de germinación y planta aptas para el transplante para *P. pseudostrobis* Lindl.

Ambiente		Germinación campo (%)	Plantas aptas para el transplante (%)
Laboratorio germinación (%)	Campo (localidades)		
62	Guatemala	62	51
	San Jerónimo	60	46
	Cobán	51	34

Se podría deducir que la proporción de semillas que germinan en el ambiente de laboratorio, serán plantas aptas para el transplante. Pero como se puede observar en el cuadro anterior, estos porcentajes son diferentes. De la misma forma el porcentaje de plantas aptas para el transplante es diferente al porcentaje de semillas que germinan en condiciones de laboratorio.

Por lo tanto, se puede deducir que en condiciones naturales, entre el proceso de germinación y de transplante se generan pérdidas del 11 % para Guatemala, 14 % para San Jerónimo y de 17 % para Cobán, como también entre el resultado de germinación en laboratorio y plantas aptas para el transplante, se generaron pérdidas del 11 % para Guatemala, del 16 % para San Jerónimo y del 28 % para Cobán.

Esta información, aunada a la información de germinación y valor germinativo, será de mucha utilidad para la planeación y el cálculo del número de semillas necesarias para la reproducción de la especie, utilizando como referencia el resultado que se obtiene en el ambiente de laboratorio.

7.9 Resumen de los resultados obtenidos

C. lusitanica no presentó variación entre los resultados de germinación obtenidos en condiciones de laboratorio y campo. Para las especies *P. maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobis*, se presentó variación entre la germinación obtenida en la localidad de Cobán y el resultado de laboratorio, siendo ésta del 11 % hasta del 38 %, mientras para las localidades de Guatemala y San Jerónimo se obtuvo un resultado similar al obtenido en condiciones de laboratorio. Para las especies de *E. citriodora*, *E. globulos* y *L. styraciflua* se presentó variación entre los resultados de germinación de campo y los obtenidos en condiciones de laboratorio, siendo del 15 % hasta del 57 %, tal y como se muestra en el Cuadro 38.

En la evaluación de plantas aptas para el trasplante, utilizando el procedimiento indicado, se obtuvo que en el proceso se registra una variación con respecto a la germinación de cada una de las localidades, observándose variaciones que van de 5 % hasta del 36 %, de plantas que no llegaron a ser aptas para el trasplante, como se muestra en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Cuadro resumen de los resultados obtenidos de germinación y plantas aptas para el trasplante para las siete especies forestales.

Especie	Lab	Guatemala				San Jerónimo				Cobán			
	Ger	Ger	Var1	Tras	Var2	Ger	Var1	Tras	Var2	Ger	Var1	Tras	Var2
<i>C. lusitanica</i>	47	49	0	39	10	48	0	33	15	50	0	36	14
<i>E. citriodora</i>	91	55	36	50	5	73	18	55	18	69	22	36	33
<i>E. globulus</i>	69	17	52	5	12	41	28	22	19	12	57	9	3
<i>L. styraciflua</i>	75	60	15	41	19	51	24	31	20	35	40	23	12
<i>P. maximinoi</i>	73	74	0	40	34	67	6	31	36	35	38	26	9
<i>P. oocarpa</i>	80	79	0	71	8	79	0	62	17	67	13	40	27
<i>P. pseudostrobus</i>	62	62	0	51	11	60	0	46	14	51	11	34	17

Ger = Resultado de germinación en porcentaje (%)

Lab = Ambiente de laboratorio

Var1 = Variación de la germinación entre laboratorio y campo (%), estadísticamente determinado.

Tras = Resultado de plantas aptas para el trasplante en porcentaje (%)

Var2 = Variación entre la germinación en campo y las plantas aptas para el trasplante (%)

De acuerdo a los resultados obtenidos por Trujillo *et al.* (s.f), Valle (1986) y Cordero *et al.* (1985), se estableció que existe variación entre los resultados de laboratorio y los obtenidos en campo, determinando que la germinación obtenida bajo las condiciones controladas (laboratorio), no puede ser utilizada de forma directa para estimar la semilla que germina en campo. Trujillo *et al.* (s.f), utilizó las especies de *C. lusitanica* y *E. globulus*, reportando una variación entre ambos ambientes de 1.57 % para la especie de *C. lusitanica*, siendo un resultado muy similar al obtenido en el presente estudio. Para *E. globulus* se obtuvo una variación de 2.08 %, el cual es menor al obtenido en el estudio, en el cual se obtuvo una variación del 28 % hasta del 58 %, misma que está en función de la localidad en donde se evaluó la semilla, mientras el estudio realizado por Trujillo fue realizado en Colombia.

Valle (1986), utilizó para su estudio *P. Caribaea* var. *hondurensis*, en el cual obtuvo diferencias entre los resultados de laboratorio y los obtenidos bajo condiciones de invernadero y condiciones ambientales. Este resultado se obtuvo con *P. maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*, utilizadas en el

presente estudio, las cuales son especies que se desarrollan naturalmente dentro del rango de condiciones donde fue realizado el estudio, obteniéndose resultados similares entre las condiciones de campo y laboratorio, mientras para la especie de *P. caribaea* var. *hondurensis*, la zona donde fue realizada la evaluación no corresponde a la zona de distribución natural (estudio realizado en la zona urbana de la ciudad de Guatemala).

La especie *C. lusitanica* presentó un resultado de germinación similar en cada una de las localidades evaluadas (Guatemala, San Jerónimo y Cobán), aunque existió una variación con relación al tiempo de la prueba, variación que puede estar relacionada posiblemente por las diferencias de temperatura y humedad relativa, que se presentaron en cada una de las localidades en donde se evaluó la semilla, siendo distintas para cada una de estas. Se considera que también pudo influir la profundidad de siembra, la cual llega a variar en determinado momento, por el efecto del riego, el cual produce un movimiento de las partículas del suelo.

Para las especies *E. citriodora* y *E. globulus*, se observó un mayor resultado en la germinación bajo las condiciones de San Jerónimo. Es el producto posiblemente de las condiciones que prevalecieron durante la evaluación, ya que se reportó la mayor temperatura promedio durante la evaluación (18.6 °C) y menor humedad relativa promedio durante la evaluación (71 %), con relación a las condiciones que se presentaron en las localidades de Guatemala y Cobán. Estas condiciones son favorables para ambas especies, ya que ambas tienen limitaciones de uso por el efecto que les produce las bajas temperaturas y las heladas, principalmente para la especie de *E. globulus*, factores que limita el uso de dicha especie.

Para la especie de *L. styraciflua* se obtuvieron los mejores resultados en las localidades de Guatemala y San Jerónimo, aunque no similares a los obtenidos en laboratorio. Este hecho posiblemente está relacionado al efecto de las condiciones que prevalecieron en estas localidades, en donde se reportaron temperaturas de 18.4 °C y 18.6 °C, respectivamente y humedad relativa de 92 % y 71 %, respecto a las condiciones reportadas en la localidad de Cobán, de 17 °C de temperatura y 86 % de humedad relativa, en donde se obtuvo el menor resultado de germinación. Además de esto, el resultado pudo estar influido por la

profundidad de siembra, por ser una semilla muy liviana, que puede llegar a ser afectada por el riego aplicado a los semilleros.

Por ultimo, para las especies de *P. maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*, se observó un comportamiento similar en las localidades de Guatemala y San Jerónimo, obteniéndose un resultado de germinación similar al obtenido en laboratorio. En la localidad de Cobán el resultado fue menor, producto posiblemente de las bajas temperaturas y alta humedad, temperaturas que oscilaron en promedio en 8.76 °C, reportándose un promedio de 17 °C durante la evaluación, registrando bajo estas condiciones el mayor número de semillas que no llegaron a germinar.

8. CONCLUSIONES

- 8.1. El proceso de la germinación en condiciones de laboratorio varía del proceso de germinación bajo condiciones de campo, teniendo bajo estas condiciones resultados de valor germinativo menores a los obtenidos en laboratorio, esto para *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* Labill., *Liquidambar styraciflua* L., *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus pseudostrobus* Lindl.
- 8.2. La especie *Cupressus lusitanica* Miller no presentó variación entre la germinación obtenida en laboratorio y campo, en las localidades de Guatemala, San Jerónimo y Cobán, siendo posible utilizar el resultado de germinación que se reporta en laboratorio, para estimar la cantidad de semillas que germinan en campo, manejando la semilla y las condiciones de germinación como fue descrito en la metodología.
- 8.3. La germinación que se obtiene en laboratorio varía de la germinación que se obtiene en campo, para *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus pseudostrobus* Lindl, obteniéndose resultados de germinación que varían hasta en 38 %, variación que esta en función de la especie y localidad en donde fue evaluada la semilla.

- 8.4. La germinación que se obtiene en laboratorio varía de la germinación que se obtiene en campo, para *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* Labill y *Liquidambar styraciflua* L., variación que está en función de la especie y las tres condiciones de estudio, registrándose diferencias entre la germinación de laboratorio y campo del 15 % hasta el 57 %.
- 8.5. Luego de la germinación de las semillas, se procede al transplante, etapa en la cual existen pérdidas de plantas, en las localidades y en las condiciones aplicadas de Guatemala, San Jerónimo y Cobán, para *Cupressus lusitanica* Miller, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* Labill, *Liquidambar styraciflua* L, *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus pseudostrabus* Lindl, registrándose pérdidas del 5 % hasta el 36 %, las cuales están en función de la especie y lugar de producción.
- 8.6. Para lograr estimar con mayor exactitud la cantidad de semillas a utilizar en campo, para la obtención de un número de plantas en semillero, es necesario tomar en cuenta además del análisis que reporta el laboratorio, la relación que existe entre los resultados de laboratorio-campo.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1. Al momento de adquirir semilla con fines de producción de plantas en vivero, de cualesquiera de las siete especies evaluadas, es necesario tomar en consideración, además de los análisis de laboratorio, la relación que existe entre los resultados de laboratorio y campo, logrando estimar la cantidad de semillas necesarias para lograr los objetivos planteados, relación que esta en función de la especie, lugar de producción y las condiciones de manejo de la semilla antes y después de la siembra.
- 9.2. Evaluar las siete especies que fueron utilizadas en el presente estudio u otras especies, en otras localidades, épocas y metodología de producción, buscando obtener información más precisa.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BUCH T., M. S. 1992. Manual sobre el proceso de análisis de semillas forestales. Practica Profesional Agrícola y Forestal Supervisada. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional de Agricultura. 35 p.
2. CAMPOS A., J.J. 1985. Experiencias con algunas especies para producción de leña en Costa Rica. *In: Viveros Para Producción de Leña; memoria de los cursos dictados en Amatitlan en 1983 y 1984.* Guatemala, CATIE. p. 56-88
3. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1984. Arbustos y arboles para la producción de energía. Trad. Vera Arguello Hernández. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 343 p.
4. ————. 1997. *Cupressus lusitanica* Mill. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Nota Técnica no. 20. 2 p.
5. ————. 1997. *Pinus pseudostrobus* lindl. Mil. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Nota Técnica no. 13. 2 p.
6. ————. 1997. *Pinus maximinoi* H.E: Moore. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Nota Técnica no. 14. 2 p.
7. ————. 1997. *Pinus oocarpa* Schiede. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Nota Técnica no. 22. 2 p.
8. CORDERO, D. *et al.* s.f. Evaluación de sistemas de determinación de la viabilidad en semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tahebutia rosea* y comparación con resultados de vivero. *In: Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina.* (1995, Managua, Nicaragua). Memorias del simposio. Costa Rica, CATIE. p. 193-198.
9. CORREA, V.J. 1988. El proceso de la germinación. *In: Seminario Taller Sobre Investigaciones a Semillas Forestales Tropicales,* (1., 1988, Bogotá, Colombia). Bogota, Colombia, Editorial Gente Nueva. Serie no. 18. p. 95-100.
10. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 42 p.
11. FLORES V., E. 1999. La planta, estructura y función. Costa Rica, Ed. Tecnológica de Costa Rica. v 2, p. 773-803.

12. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. BANCO DE SEMILLAS FORESTALES. 1988. Informe anual. Guatemala, INAB. 20 p.
 13. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. PROGRAMA INCENTIVOS FORESTALES. 2000. Informe anual. Guatemala, INAB. 5 p.
 14. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Registros climatológicos de las estaciones INSIHVUME, San Jerónimo y Cobán, 1980-1999.
- Sin publicar
15. HARTMAN, T.H.; KESLER, D.E. 1984. Propagación de plantas, principios y practicas. Trad. Antonio Mariano. 4 ed. México, Continental. p. 147-182.
 16. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Madrid, España, Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. 184 p.
 17. JARA N,L.F. 1996. Biología de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Investigación, Proyecto de Semillas Forestales. 31 p.
 18. —————. 1997. Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Programa de Investigación, Proyecto de Semillas Forestales. 139 p.
 19. KOLOTELO, D., 1997. Anatomy & morphology of conifer tree seed. British Columbia, Canada, Canadian Forestry Service. Forest Nursery Technical Series 1.1. 60 p.
 20. MOREIRA, L.; ARNAEZ E. 1995. La semilla, elemento primordial en la conservación de germoplasma. *In*: Curso Nacional Sobre Recolección y Procesamiento de Semillas. (1, 1994, Guatemala). Memoria. Guatemala, DIGEBOS. p. 13-20.
 21. NAPIER, I. 1985. Técnicas de viveros forestales con referencia especial a Centro América. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional Ciencias Forestales. Publicaciones Miscelánea no. 5. 247 p.
 22. PAIZ, M. 1998. La reforestación en Guatemala, bajo el programa de incentivos forestales. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 22 p.

23. REYES V., A E. 1988. Evaluación del efecto de temperatura, fotoperíodo y sustrato en la germinación de *Cedrela odorata* L., *Grevillea robusta* y *Cupressus lusitanica* Miller. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
24. SIEGEL, S. 1988. Estadística no paramétrica. Trad. Javier Aguilar Villalobos. México, Ed. Trillas. 344 p.
25. STANDLEY, P.; STEYERMARK, J. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Field Museum of Natural History. Fieldiana Botany. v. 24. pt. 3, no. 2. p. 354-357.
26. TELON, C. 1995. Problemática actual del abastecimiento de semillas forestales. *In*: Curso Nacional Sobre Recolección y Procesamiento de Semillas, (1., 1994, Guatemala). Memoria. Guatemala, DIGEBOS. s.p.
27. TRIVIÑO, T.; DE ACOSTA, R.; CASTILLO, A. 1990. Mejoramiento de semillas y fuentes semilleras en Colombia, Proyecto Cooperativo. Bogotá, Colombia, CONIF/ INDERENA/ CIID. 91 p.
28. TRUJILLO N., E.; KALIL R., G.P. s.f. Establecimiento de la variación del porcentaje de germinación en laboratorio y vivero para 15 especies forestales. *In*: Convención Centroamericana de Semillas Forestales, (2., 1992, Siguatepeque, Honduras). Memoria. Bogotá, Colombia, Grupo Centroamericano de Semillas Forestales. p. 197-215.
29. TRUJILLO NAVARRETE, E. 1995. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Costa Rica, CEDETRABAJO. 151 p.
30. ————. 1995. Fisiología de la germinación y tratamientos pregerminativos. *In*: Curso Nacional de Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales, (1., 1994, Guatemala). Memoria. Guatemala, DIGEBOS. s.p.
31. VALLE, M., C.A. 1986. Ensayo sobre la germinación de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* Barret y Golfari. en diferentes ambientes y tratamientos químicos a la semilla. Práctica Supervisada. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 28 p.
32. WEBB, B.D. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, Administración Para el Desarrollo de Ultramar. 275 p.
33. WILLIAN, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. Roma, DANIDA/FAO. 502 p.



11. APÉNDICES

Contenido

Apéndice 1. Resultados de germinación, valor germinativo, en los ambientes de laboratorio y campo, para las siete especies evaluadas.....	75
Apéndice 2. Resultados de los análisis de laboratorio realizados a las siete especies evaluadas.....	82
Apéndice 3. Variables de Germinación (traducción libre).....	83
Apéndice 4. Estimación de la cantidad de semilla a utilizar por unidad de área, para las siete especies forestales, en las tres localidades evaluadas.....	84
Apéndice 5. Resultados de los análisis estadísticos de las variables evaluadas.....	87
Apéndice 6. Boleta de registro de análisis de laboratorio BANSEFOR.....	93
Apéndice 7. Boletas de recolección de información en campo.....	94

Apéndice 1. Resultados de germinación, valor germinativo, en los ambientes de laboratorio y campo, para las siete especies evaluadas

Especie 1: *Cupressus lusitanica*

No.	Ger. Lab.	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G	Ger. Cobán	V.G
1	48	4.368	40	2.199	38	1.266	53	2.678
2	48	4.38	47	3.525	34	0.952	47	1.822
3	44	3.666	42	2.672	51	2.314	49	2.189
4	47	4.382	61	5.452	43	1.66	49	2.292
5			59	5.15	55	2.526	40	1.455
6			62	5.636	54	2.606	53	2.404
7			43	2.866	42	1.623	56	3.085
8			56	4.76	54	2.58	44	1.829
9			52	4.043	54	2.693	54	2.806
10			49	3.51	45	1.78	51	2.225
11			47	3.506	51	2.438	51	2.331
12			43	2.729	45	1.87	49	1.938
13			55	4.538	53	2.369	46	1.959
14			44	3.011	43	1.654	49	2.138
15			39	2.228	51	2.264	55	3.101
16			50	3.789	51	2.385	60	3.385
17			52	4.209	51	2.428	47	1.95
18			46	3.469	52	2.54	47	2.046
19			52	3.961	49	2.24	51	2.361
20			47	3.209	46	1.819	53	2.533
$\bar{x}$	46.75	4.20	49.30	3.72	48.10	2.10	50.20	2.326
S	1.89	0.36	6.78	1.00	5.84	0.49	4.53	0.49
C.V	4.05	8.46	13.74	26.98	12.14	23.30	9.02	21.00

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G: Valor Germinativo

Especie 2: *Eucalyptus citriodora*

No.	Ger. Lab.	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G	Ger. Cobán	V.G
1	89	38.08	54	5.374	51	2.752	45	3.972
2	91	39.82	48	4.24	64	3.916	84	14.62
3	93	41.14	61	6.882	77	6.672	60	17.355
4	91	39.82	68	8.18	62	3.231	42	3.924
5			57	5.435	73	5.287	71	9.918
6			68	8.181	75	5.965	80	14.118
7			73	8.371	73	5.703	64	7.842
8			74	9.483	76	6.044	62	8.056
9			61	6.537	80	6.828	50	5.27
10			40	3.454	77	6.816	54	5.426
11			48	5.428	78	7.221	52	5.096
12			47	4.197	80	6.965	78	12.617
13			48	3.93	70	5.638	85	12.707
14			52	4.397	61	3.665	86	13.067
15			59	5.988	78	7.314	86	12.013
16			46	2.899	84	8.232	91	14.14
17			52	4.789	78	7.092	85	10.938
18			50	4.606	68	4.858	81	11.4
19			42	4.249	83	7.582	55	5.432
20			42	3.499	76	6.446	61	7.117
$\bar{x}$	91.00	39.71	54.50	5.51	73.20	5.91	68.60	9.75
S	1.63	1.25	10.28	1.87	8.31	1.53	15.80	4.08
C.V	1.79	3.16	18.87	33.98	11.35	25.95	23.03	41.89

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G: Valor Germinativo

Especie 3: *Eucalyptus globulus*

No.	Ger. Lab.	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G.	Ger. Cobán	V.G.
1	69	44.7	14	0.955	69	7.952	9	0.103
2	74	51.2	19	1.98	37	1.981	14	0.433
3	61	31.7	25	3.473	47	2.938	13	0.412
4	71	44.4	24	3.333	61	4.309	11	0.262
5			17	1.328	69	5.312	13	0.832
6			9	0.394	59	4.248	10	0.19
7			12	0.387	35	1.785	8	0.072
8			13	0.813	15	0.334	16	0.457
9			14	0.947	21	0.690	11	0.183
10			18	1.499	27	0.990	12	0.229
11			8	0.3	40	2.369	8	0.114
12			19	2.376	31	1.384	21	1.266
13			21	2.267	31	1.384	15	0.459
14			12	0.75	32	1.526	12	0.314
15			24	3	40	2.321	14	0.444
16			26	3.971	40	2.202	8	0.153
17			14	1.05	44	2.315	6	0.061
18			16	1.5	37	1.761	10	0.204
19			14	1.05	43	4.752	8	0.133
20			13	0.903	51	3.439	11	0.349
$\bar{x}$	68.75	43.0	16.6	1.61	41.45	2.69	11.5	0.33
S	5.56	8.18	5.28	1.11	14.62	1.84	3.49	0.29
C.V.	8.09	19.0	31.78	68.57	35.27	68.24	30.3	86.21

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G: Valor Germinativo

Especie 4: *Liquidambar styraciflua*

No.	Ger. Lab.	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G	Ger. Cobán	V.G
1	74	8.035	64	2.79	47	1.946	31	0.564
2	78	8.084	62	2.478	28	0.615	37	0.767
3	76	7.538	52	1.436	47	1.678	26	0.388
4	73	7.563	59	2.272	53	2.282	27	0.418
5			51	1.457	44	1.651	42	1
6			64	2.557	51	1.869	40	0.858
7			59	2.195	58	2.707	35	0.733
8			61	2.27	59	2.42	35	0.647
9			65	2.835	60	2.703	26	0.372
10			59	2.358	60	2.703	48	1.306
11			55	1.426	59	2.549	30	0.432
12			63	2.426	53	2.345	32	0.501
13			55	1.992	45	1.487	42	1
14			60	2.372	48	1.869	40	0.926
15			59	2.296	49	1.823	30	0.523
16			64	2.559	55	2.658	33	0.542
17			58	2.192	45	1.506	40	1
18			62	2.468	49	1.896	35	0.901
19			60	2.396	47	1.948	32	0.598
20			58	2.026	59	2.532	30	0.501
$\bar{x}$	75.25	7.81	59.50	2.24	50.80	2.06	34.55	0.70
S	2.22	0.29	3.93	0.40	7.75	0.54	5.99	0.26
C.V	2.95	3.78	6.60	18.02	15.26	26.23	17.33	37.18

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G: Valor Germinativo

Especie 5: *Pinus maximinoi*

No.	Ger. Lab.	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G	Ger. Cobán	V.G
1	75	9.819	78	7.66	72	31	0.868	0.868
2	82	12.22	67	5.59	58	19	0.312	0.312
3	74	9.551	72	7.09	69	23	0.526	0.526
4	62	6.988	73	6.64	70	41	1.541	1.541
5			71	6.56	79	31	0.934	0.934
6			64	5.43	65	21	0.414	0.414
7			74	7.05	65	51	2.544	2.544
8			73	7.17	71	50	2.389	2.389
9			77	8.02	63	61	3.615	3.615
10			72	6.32	65	15	0.202	0.202
11			73	6.22	58	34	1.024	1.024
12			76	7.13	52	27	0.674	0.674
13			75	6.82	69	33	0.926	0.926
14			73	6.43	68	51	2.328	2.328
15			79	7.52	68	19	0.316	0.316
16			67	5.71	59	37	1.308	1.308
17			81	8.4	62	22	0.425	0.425
18			84	9.43	66	42	1.581	1.581
19			74	6.94	70	40	1.39	1.39
20			78	7.78	83	46	1.911	1.911
$\bar{x}$	73.25	9.64	74.05	6.99	66.60	34.70	1.26	1.26
S	8.30	2.14	4.81	0.98	7.15	12.91	0.91	0.91
C.V	11.33	22.18	6.49	13.97	10.73	37.21	72.45	72.45

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G: Valor Germinativo

Especie 6: *Pinus oocarpa*

No.	Ger. Lab.	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G	G. Cobán	V.G
1	84	14.608	66	11.315	73	8.55	62	4.19
2	72	10.73	88	18.48	80	10.6	66	3.568
3	84	15.379	84	18.369	76	9.83	66	3.98
4	80	13.25	78	14.708	68	7.85	78	7.026
5			86	18.49	77	10.4	66	4.757
6			90	19.35	80	11.2	70	5.405
7			78	14.82	77	10.4	64	4.613
8			84	16.38	76	9.83	58	3.136
9			82	15.744	72	8.56	76	4.889
10			86	16.969	76	9.26	70	4.113
11			72	11.903	90	13.5	72	5.34
12			76	12.564	70	8.57	68	4.242
13			76	14.06	76	10.1	74	5.392
14			76	12.92	80	11.2	62	5.832
15			88	18.772	94	14.5	52	3.832
16			62	8.169	84	11.5	66	2.677
17			76	13.68	86	12.6	70	4.255
18			78	14.43	82	11.5	60	4.221
19			80	15.2	92	14.2	66	4.499
20			64	10.081	74	9.06	68	4.635
$\bar{x}$	80.00	13.49	78.50	14.82	79.15	10.65	66.70	4.53
S	5.66	2.04	7.97	3.09	7.10	1.89	6.17	0.97
C.V	7.07	15.13	10.15	20.88	8.96	17.78	9.24	21.44

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G: Valor Germinativo

Especie 7: *Pinus pseudostrobus*

No.	Ger. Lab	V.G	Ger. Guatemala	V.G	Ger. San Jerónimo	V.G	Ger. Cobán	V.G
1	60	6.375	69	6.172	67	3.984	56	2.494
2	54	4.77	54	3.339	52	2.388	55	2.671
3	64	7.267	59	4.622	76	5.428	50	2.226
4	70	8.883	64	5.408	54	2.656	50	2.067
5			59	4.167	52	2.509	50	1.833
6			64	4.975	35	1.047	45	1.691
7			55	3.406	48	1.988	58	2.833
8			61	4.294	56	2.866	56	2.778
9			58	4.187	77	5.722	52	2.157
10			45	2.42	72	4.865	54	2.368
11			61	4.561	63	3.77	63	3.316
12			62	5	50	2.206	50	2.024
13			68	5.851	64	3.69	58	2.934
14			72	7.18	48	2.037	57	2.712
15			65	5.624	68	4.265	53	2.414
16			56	3.94	74	5.072	45	1.578
17			59	4.439	58	3.03	45	1.639
18			78	7.787	46	1.864	48	1.749
19			61	5.099	67	4.139	39	1.098
20			71	6.661	66	4.078	44	1.613
$\bar{x}$	62.00	6.82	62.05	4.96	59.65	3.38	51.40	2.21
S	6.73	1.72	7.34	1.33	11.47	1.31	5.93	0.57
C.V	10.86	25.18	11.83	26.78	19.22	38.82	11.54	25.58

Ger: Germinación

Lab: Ambiente de laboratorio

V.G. Valor Germinativo

Apéndice 2. Resultados de los análisis de laboratorio realizados a las siete especies evaluadas.

Especie	Procedencia	Fecha de recolección	No. De semillas puras/kg	% de pureza	No. De semillas + impurezas/ kg	% de humedad	% de germinación	No. De semillas viables/ kg
<i>Cupressus lusitanica</i>	Santa Lucía, Milpas Altas, Sacatepéquez	8/1998	184700	99.68	184,100	10.4	46.75	86,066
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Finca Santa Clara, Barcenas, Villa Nueva, Guatemala	3/1992	159300	96.34	153,500	10.89	91	139,680
<i>Eucalyptus globulus</i>	Agua caliente, Totonicapán	9/1998	362844	92.01	333,853	10.60	61.25	204,485
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Fca. Concepción, San Juan Chamelco, Alta Verapaz	8/1999	343000	97.02	333,200	9.72	74.5	248,200
<i>Pinus oocarpa</i>	El Pinalon, San Pedro Pinula	2/1999	65359	99.32	64,914	9.764	80	64,910
<i>Pinus maximinoi</i>	San Andrés, Alta Verapaz	3/1999	92507	99.67	92,201	9.852	73.25	67,537
<i>Pinus pseudostrobus</i>	El Rancho, Chantla, Huehuetenango	2/1999	42549	98.11	41,747	10.19	61.75	25,778

Apéndice 3. Variables de Germinación¹

TRADUCCION LIBRE

La capacidad de germinación (GC) es el principal criterio para definir la calidad de un lote de semillas. La GC es el porcentaje de semillas que han germinado durante una prueba de germinación (21 ó 28 días, dependiendo de la especie). Las pruebas de germinación consisten en cuatro replicas de 100 ejemplos de semillas. Los germinadores son contados y removidos de los platos los días lunes, miércoles y viernes, una vez la radícula es cuatro veces, el largo de la cobertura de la semilla. Las semillas que germinan de una forma anormal no son incluidas en el GC. El GC es usado en la determinación de los factores de siembra directa de semillas, así como en el cálculo de los gramos de semilla requeridos para cumplir con un requerimiento. Es una variable muy útil, pero debe ser complementado a con una variable que describa la tasa de germinación (una germinación más rápida usualmente genera una cosecha más uniforme)

El valor de la germinación (GV) históricamente ha sido usado para definir el "Vigor" y es otra variable adicional a la GC que está disponible en SPAR². El GV es un producto de dos variables adicionales: Promedio diario de germinación (MDG) y Valor máximo (PV). $GV = MDG * PV$. El MDG es simplemente la capacidad de germinación dividido entre el número de días de la prueba ($MDG = GC / \#días$ de la prueba). Por ejemplo, un lote de semillas Sx, el cual es probado por 21 días, con un GC de 91% tendría un MDG de 4.3. El MDG es una descripción lineal de la germinación, pero la germinación no es lineal y por lo tanto este parámetro por si solo no es muy útil.

El PV es el punto en el cual el porcentaje de germinación acumulada dividido entre el número de días es el máximo. El PV describe la tasa de germinación y es más entendible con un ejemplo de una hoja de examen de germinación, como se ilustra abajo. El primer paso es obtener la media de la germinación para cada fecha Ej:

Para el 7° día: $(52+57+55+60) / 4 = 56$.

Para cada fecha de prueba tendremos entonces que calcular el promedio de germinación acumulativo (Ej. Para el día 7: $20.72+56=76.8$). La germinación acumulativa es dividida entre el número de días de la prueba y el máximo valor para la germinación acumulativa dividida por el número de días de la prueba es el valor máximo (ej.: para el día 7: $76.8 / 7 = 11.0$). En este ejemplo, el valor máximo es 11.0 y ocurre durante el 7° día. El PV es más informativo si es presentado como una germinación acumulativa y días para llegar este nivel (77% / 7 días) en lugar de simplemente un número aislado(11). El GC es igual a 91% y el MDG es igual a 4.3. El GV es por lo tanto el producto de $MDG * PV = 11.0 * 4.3 = 47.3$ ó 47 tal como GC y GV son presentados usualmente como números enteros.

Día de prueba	3	5	7	10	12	14	17	19	21
Repetición	Numero del conteo de la germinación normal								
1	0	20	52	10	8	0	0	0	0
2	0	21	57	10	4	2	0	0	0
3	0	23	55	8	5	1	0	0	0
4	0	19	60	7	3	1	2	0	0
Media	0	20.8	56.0	8.8	4.0	1.0	0.5	0.0	0.0
Acumulado	0	20.8	76.8	85.65	89.5	90.5	91.0	91.0	91.0
Acum/día	0	4.2	11.0	8.6	7.5	6.5	5.4	4.8	4.3

¹ KOLOTELO, DAVID., 1997. Anatomy & morphology of conifer tree seed. British Columbia, Canada, Canadian Forestry Service. Forest nursery technical series 11. 60 p

² SPAR Planeación y Registro de semillas. Un sistema para registrar nuevos lotes de semillas y para asegurar las semillas para reforestación.

Apéndice 4. Estimación de la cantidad de semilla a utilizar por unidad de área, para las siete especies forestales, en las tres localidades evaluadas.

Procedimiento para el cálculo de semillas a utilizar por unidad de área

Para la estimación de la cantidad de semilla a utilizar se procede de la siguiente manera:

1. se determina el área que se desea reforestar
2. se determina el distanciamiento entre plantas en campo
3. Utilizando la fórmula, $N = (A/D) \cdot (1+p+r)$, se calcula el número de plantas que se necesitan en campo, teniendo en cuenta las pérdidas por transporte (p) y replante en campo (r) (Ver paso 1).
4. Luego de haber determinado el número de plantas necesarias se utiliza la fórmula, $C = D / F.V. \times H \times N \times P \times G \times T$ la cual utiliza información de los análisis de laboratorio, con lo cual se determina al final una cantidad de semillas en gramos (Ver paso 2).

Paso 1. Cálculo del Número de plantas por unidad de área a reforestar

$$N = (A/D) \cdot (1+S+R)$$

N = Número de plantas.

A = Área a reforestar (m²).

D = Distanciamiento entre plantas (m).

S = Cantidad de plantas que se espera que *no* sobrevivan en el transporte en tanto por uno.

R = Cantidad de plantas que se espera que *no* lleguen a sobrevivir en campo en tanto por uno.

Paso 2. Cálculo de la cantidad de semilla a utilizar

$$C = D / F.V. \times H \times N \times P \times G \times T$$

C = Cantidad semilla en gramos.

D = Número de plántulas que se desea obtener.

F.V. = Factor variable o factor de seguridad (Cuadro 1A).

H = Proporción de la germinación en campo con relación al resultado de laboratorio en tanto por uno (Cuadro 2A).

N = Número de semillas puras por gramo (1000 gr = 1 kg, Anexo 2)

P = Pureza en tanto por uno.

G = Germinación en laboratorio en tanto por uno.

T = Cantidad de plantulas que se espera que *no* sobrevivan en el transplante en tanto por uno (Cuadro 3A).

* CORDERO, DORIS; *et al.* sf. Evaluación de sistemas de determinación de la viabilidad en semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* y comparación con resultados de vivero. *In*: Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. (1995, Bogota, Colombia). Memoria del simposio. Costa Rica, CATIE. p. 193-198

Cuadro 1A. Factor variable para cada una de las localidades evaluadas

Especie	F.V (germinación en campo/germinación laboratorio)		
	Guatemala	San Jerónimo	Cobán
<i>Cupressus lusitanica</i>	1	1	1
<i>Eucalyptus citriodora</i>	0.60	0.80	0.75
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.24	0.59	0.17
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.80	0.71	0.46
<i>Pinus maximinoi</i>	1	0.91	0.47
<i>Pinus oocarpa</i>	0.98	0.98	0.83
<i>Pinus pseudostrobus</i>	1	0.96	0.82

Fuente: el autor

Cuadro 2A. Prueba de germinación

Especie	Ger. Laboratorio	H = Proporción de germinación con relación a la germinación en laboratorio		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
<i>Cupressus lusitanica</i>	47	100	100	100
<i>Eucalyptus citriodora</i>	91	60	80	75
<i>Eucalyptus globulus</i>	69	24	59	17
<i>Liquidambar styraciflua</i>	75	80	68	46
<i>Pinus maximinoi</i>	73	100	91	47
<i>Pinus oocarpa</i>	80	98	98	83
<i>Pinus pseudostrobus</i>	62	100	96	82

Fuente: el autor

Cuadro 3A. Plantas aptas para el trasplante

Especie	Ger. Laboratorio	Plantas aptas para el trasplante en cada una de las localidades evaluadas (%)		
		Guatemala	San Jerónimo	Cobán
<i>Cupressus lusitanica</i>	47	39	33	36
<i>Eucalyptus citriodora</i>	91	50	55	36
<i>Eucalyptus globulus</i>	69	5	22	9
<i>Liquidambar styraciflua</i>	75	41	31	23
<i>Pinus maximinoi</i>	73	40	31	26
<i>Pinus oocarpa</i>	80	71	62	40
<i>Pinus pseudostrobus</i>	62	51	46	34

Fuente: el autor

Ejemplo:Especie: *Pinus maximinoi*

Área de producción: San Jerónimo, Baja Verapaz

Área a reforestar: 3 ha = 30,000 m²

Distanciamiento = 2 x 2

Plantas que se esperan que sobrevivan al transporte = 90 %

Plantas que se esperan que sobrevivan en campo definitivo = 60 %

Paso 1Formula: $N = (A/D) * (1 + S + R)$

$$= (30,000/4) * (1 + 0.10 + 0.40)$$

$$= (7,500) * (1.5)$$

$$= 11,250 \text{ plantas/ 3ha}$$

$$= \mathbf{3,750 / ha}$$

Paso 2Formula: $C = D / F.V \times H \times N \times P \times G \times T$

$$= 11250 / (0.91 \times 0.91 \times 93 \times 0.9967 \times 0.7325 \times 0.69)$$

$$= 11250 / 38.795$$

$$= 289.98 \text{ gr}$$

$$= \mathbf{0.28 \text{ kg}}$$

Apéndice 5. Resultados de los análisis estadísticos de las variables evaluadas*

Cuadro 1.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para la prueba de germinación de los dos ambientes evaluados para *C. lusitanica* Mill.

Localidades	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	22.8	2.1716	0.5376
Guatemala	20	32.0		
San Jerónimo	20	31.0		
Cobán	20	36.5		

Cuadro 2.A5 Resultados del análisis de la prueba de Kruskal Wallis para el valor germinativo, en los dos ambientes evaluados para *C. lusitanica* Mill

Ambientes	Obs.	Media del rango	Valor de H	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	56.5	34.6174	0.0000
Guatemala	20	48.6		
San Jerónimo	20	20.2		
Cobán	20	24.0		

Cuadro 2.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo para *C. lusitanica* Mill

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.229
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0022

Cuadro 3.A5. Resultado del análisis de Kruskal Wallis para las plantas aptas para el trasplante en las tres localidades y el porcentaje de germinación en condiciones de laboratorio para *C. lusitanica* Mill.

Variables	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > F (0.05)
Germinación en condiciones de laboratorio	4	56.8	14.7518	0.002
Plantas aptas trasplante en Guatemala	20	37.8		
Plantas aptas trasplante en San Jerónimo	20	22.3		
Plantas aptas trasplante en Cobán	20	30.5		

Cuadro 3.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *C. lusitanica* Mill.

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas trasplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	268	552	3.84	0.0001
San Jerónimo	40	229	591	4.9	0.0001
Cobán	40	223	597	5.06	0.0001

Cuadro4.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para los resultados de la prueba de germinación en los cuatro ambientes evaluados, para *Eucalyptus citriodora* Hook

Ambientes	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	62.0	27.6142	0.0000
Guatemala	20	16.8		
San Jerónimo	20	39.6		
Cobán	20	35.2		

Cuadro 4.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para la prueba de germinación, para *E. citriodora* Hook.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0022
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0037

Cuadro 5.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el valor germinativo, en los dos ambientes evaluados para *E. citriodora* Hook

Ambientes	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	62.5	22.298	0.0001
Guatemala	20	22.8		
San Jerónimo	20	27.1		
Cobán	20	41.6		

Cuadro 5.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo para *E. citriodora* Hook.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0022
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0022

Cuadro 6.A5. Resultado del análisis de Kruskal Wallis para las plantas aptas para el trasplante en las tres localidades evaluadas y el porcentaje de germinación en condiciones de laboratorio para *E. citriodora* Hook.

Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > F (0.05)
Germinación en Laboratorio	4	62.5	32.0873	0.0000
Plantas aptas trasplante en Guatemala	20	35.2		
Plantas aptas trasplante en San Jerónimo	20	41.0		
Plantas aptas trasplante en Cobán	20	15.3		

Cuadro 6.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *E. citriodora* Hook

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas trasplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	375	444.5	0.93	0.3507
San Jerónimo	40	235.5	584.5	4.72	0.0001
Cobán	40	225	595	5.0	0.0001

Cuadro 7.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para la prueba de germinación de los dos ambientes evaluados para *E. globulus* Labill

Ambiente\parametro	Obs.	Media de Rangos	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	61.6	47.041	0.0000
Guatemala	20	27.1		
San Jerónimo	20	49.8		
Cobán	20	14.7		

Cuadro 7.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para la prueba de germinación para *E. globulus* Labill.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0022
San Jerónimo	20	0.0053
Cobán	20	0.0022

Cuadro 8.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el Valor Germinativo, en los dos ambientes evaluados para *E. globulus* Labill

Ambiente\parametro	Ob.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	62.5	41.6635	0.0000
Guatemala	20	35.2		
San Jerónimo	20	44.0		
Cobán	20	12.4		

Cuadro 8.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo, para *E. globulus* Labill.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0022
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0022

Cuadro 9.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para plantas aptas para el trasplante para el trasplante en las tres localidades y el porcentaje de germinación en condiciones de laboratorio, para *E. globulus* Labill.

Ambiente/Variable	Ob.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Germinación en laboratorio	4	62.5	40.216	0.000
Plantas aptas para el trasplante Guatemala	20	15.5		
Plantas aptas para el trasplante San Jerónimo	20	47.1		
Plantas aptas para el trasplante Cobán	20	28.9		

Cuadro 9.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *E. globulus* Labill.

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas trasplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	226.5	593.5	4.96	0.0001
San Jerónimo	40	253	567	4.25	0.0001
Cobán	40	329	491	2.19	0.0284

Cuadro 10.A5 Resultado del análisis de Kruskal Wallis para el porcentaje de germinación de los dos ambientes evaluados, para *L. styraciflua* L.

Ambiente / Variable	Ob.	Media de Rangos	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	62.5	48.633	0.0000
Guatemala	20	47.6		
San Jerónimo	20	32.3		
Cobán	20	11.7		

Cuadro 10.1.A5 Resultados del análisis de Mann Whitney para el porcentaje de germinación para *L. styraciflua* L.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0022
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0022

Cuadro 11.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el Valor Germinativo, en los dos ambientes evaluados para la especie *L. styraciflua* L.

Ambiente / Variable	Ob.	Media de Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	62.5	44.429	0.0000
Guatemala	20	42.2		
San Jerónimo	20	38.3		
Cobán	20	11.0		

Cuadro 11.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo para *L. styraciflua* L.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0022
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0022

Cuadro 12.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el porcentaje de germinación en el ambiente de laboratorio y plantas aptas para el transplante en las tres localidades, para *L. styraciflua* L.

Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Germinación laboratorio	4	62.5	45.505	0.0000
Plantas aptas para el transplante Guatemala	20	48.0		
Plantas aptas para el transplante San Jerónimo	20	29.9		
Plantas aptas para el transplante Cobán	20	13.6		

Cuadro 12.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *L. styraciflua* L.

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas transplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	212	608	5.36	0.0001
San Jerónimo	40	223.5	596.5	5.04	0.0001
Cobán	40	243	577	4.52	0.0001

Cuadro 13.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para la prueba de germinación en los dos ambientes evaluados, para *P. maximinoi* H.E Moore

Ambiente/Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	48.0	46.254	0.0000
Guatemala	20	49.0		
San Jerónimo	20	34.7		
Cobán	20	10.7		

Cuadro 13.1 A5 Resultados del análisis de Mann Whitney para el porcentaje de germinación para *P. maximinoi* H.E Moore.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.8769
San Jerónimo	20	0.1411
Cobán	20	0.0022

Cuadro 14.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el valor germinativo, en los dos ambientes evaluados para *P. maximinoi* H.E Moore

Ambiente / Variable	Obs.	Media de los Rangos	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	60.0	53.860	0.0000
Guatemala	20	50.4		
San Jerónimo	20	30.6		
Cobán	20	11.1		

Cuadro 14.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo, para *P. maximinoi* H.E.Moore

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0223
San Jerónimo	20	0.0022
Cobán	20	0.0022

Cuadro 15.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis de las plantas aptas para el transplante en las tres localidades y el porcentaje de germinación obtenido en condiciones de laboratorio para *P. maximinoi* H.E Moore

Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Germinación laboratorio	4	62.5	29.085	0.0000
Plantas aptas para el transplante Guatemala	20	43.9		
Plantas aptas para el transplante San Jerónimo	20	28.4		
Plantas aptas para el transplante Cobán	20	19.2		

Cuadro 15.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *P. Maximinoi* H.E. Moore.

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas trasplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	210	650	5.41	0.0001
San Jerónimo	40	210	610	5.41	0.0001
Cobán	40	336.5	483.5	1.99	0.0468

Cuadro 16.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para la prueba de germinación en los dos ambientes evaluadas para *P. oocarpa* Schiede.

Ambiente / Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	43.9	26.4355	0.0000
Guatemala	20	40.9		
San Jerónimo	20	40.4		
Cobán	20	14.9		

Cuadro 16.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para la prueba de germinación para *P. oocarpa* Schiede.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.8465
San Jerónimo	20	0.6701
Cobán	20	0.0053

Cuadro 17.A5. Resultados del análisis Kruskal Wallis para el valor germinativo, en los dos ambientes evaluados, para las semillas de *P. oocarpa* Schiede.

Ambiente / Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	47.0	48.920	00.000
Guatemala	20	50.4		
San Jerónimo	20	33.7		
Cobán	20	10.5		

Cuadro 17.1.A5 Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo para *P. oocarpa* Schiede.

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.4160
San Jerónimo	20	0.0273
Cobán	20	0.0022

Cuadro 18.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el porcentaje de germinación en el ambiente de laboratorio y plantas aptas para el trasplante en las tres localidades evaluadas, para *P. oocarpa* Schiede.

Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Germinación en laboratorio	4	58.4	43.055	0.0000
Plantas aptas para el trasplante Guatemala	20	45.9		
Plantas aptas para el trasplante San Jerónimo	20	34.6		
Plantas aptas para el trasplante Cobán	20	11.8		

Cuadro 18.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *P. oocarpa* Schiede.

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas trasplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	320.5	499.5	2.42	0.0155
San Jerónimo	40	226	594	4.98	0.0001
Cobán	40	216	604	5.25	0.0001

Cuadro 19.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para la prueba de germinación en los dos ambientes evaluados, para *P. pseudostrobus* Lindl

Ambiente / Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	41.5	17.229	0.000
Guatemala	20	41.5		
San Jerónimo	20	35.6		
Cobán	20	18.7		

Cuadro 19.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para la prueba de germinación para *P. pseudostrobus* Lindl

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	1.0000
San Jerónimo	20	0.7274
Cobán	20	0.0163

Cuadro 20.A5. Resultados del análisis de Kruskal Wallis para el valor germinativo, en las dos condiciones evaluadas para *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Laboratorio	4	58.0	36.668	0.0000
Guatemala	20	46.9		
San Jerónimo	20	30.1		
Cobán	20	15.4		

Cuadro 20.1.A5. Resultados del análisis de Mann Whitney para el valor germinativo, para *P. pseudostrobus* Lindl

Localidades	Obs.	Pr > F (0.05)
Laboratorio	4	
Guatemala	20	0.0482
San Jerónimo	20	0.0060
Cobán	20	0.0022

Cuadro 21.A5. Resultado del análisis de Kruskal Wallis para las plantas aptas para el trasplante en las tres localidades evaluadas y el porcentaje de germinación en condiciones de laboratorio para *P. pseudostrobus* Lindl.

Variable	Obs.	Media del Rango	Valor de H	Pr > H (0.05)
Germinación en laboratorio	4	57.3	30.446	0.0000
Plantas aptas para el trasplante Guatemala	20	41.9		
Plantas aptas para el trasplante San Jerónimo	20	35.6		
Plantas aptas para el trasplante Cobán	20	15.0		

Cuadro 21.1.A5. Resultado del análisis de Mann Whitney para la germinación en campo y plantas aptas para el trasplante, para *P. pseudostrobus* Lindl.

Localidad	Obs.	Rango Germinación	Rango plantas trasplante	Valor de Z	Pr > Z (0.05)
Guatemala	40	302.5	517.5	2.91	0.0036
San Jerónimo	40	227.5	542.5	3.58	0.0003
Cobán	40	220.5	599.5	5.13	0.0001

Fuente: El autor



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA GERMINACION DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN LOS AMBIENTES DE LABORATORIO Y CAMPO, EN LAS LOCALIDADES DE GUATEMALA (GUATEMALA) SAN JERONIMO (BAJA VERAPAZ) Y COBAN (ALTA VERAPAZ)".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JUAN CARLOS MORALES CIFUENTES

CARNET No: 9310166

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. For. José Mario Saravia Molina
Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
A S E S O R

Ing. Agr. M.Sc. Julio López Payes
A S E S O R

Dr. Ariel Abderramán Ortiz Lopez
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>