

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

**RENDIMIENTO DE SEMILLA DE CUATRO ESPECIES DE
CONIFERAS
Y REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN SU
PROCESAMIENTO EN GUATEMALA**

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



TESIS

POR

GUILLERMO ALEJANDRO RUANO CHAMALE

En el acto de investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Marzo de 1,998

Guatemala, marzo de 1998

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:

RENDIMIENTO DE SEMILLA DE CUATRO ESPECIES DE CONIFERAS
Y REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN SU PROCESAMIENTO
EN GUATEMALA

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

En espera de su aprobación, quedo de ustedes deferentemente,


GUILLERMO ALEJANDRO RUANO CHAMALE

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

**RECTOR
DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL I	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL II	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL III	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL IV	Br. Estuardo Lira Prera
VOCAL V	P. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

POR SOBRE TODAS LAS COSAS

MIS PADRES

**NICOLASA
ROGELIO**

MIS HERMANOS

MIS SOBRINOS

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS

MIS PADRES

FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ING. EDWIN CANO

BANCO DE SEMILLAS FORESTALES-BANSEFOR

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA-CATIE**

PROYECTO DE SEMILLAS FORESTALES-PROSEFOR

**TODAS PERSONAS QUE AYUDARON A LA ELABORACION DE ESTA
TESIS**

EL PUEBLO DE GUATEMALA

CONTENIDO

PAGINA

	RESUMEN.....	vii
1.	INTRODUCCION.....	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3.	MARCO TEORICO.....	3
3.1	Marco Conceptual.....	3
3.1.1	La Semilla.....	3
3.1.2	Desarrollo de la Semilla de las Gimnospermas.....	3
3.1.3	Desarrollo del Estróbilo de las Gimnospermas.....	4
3.1.4	Dispersión de la Semilla en las Gimnospermas.....	5
3.1.5	Clasificación de Fuentes Semilleras.....	5
	A. Huerto Semillero Comprobado (HSC).....	5
	B. Huerto Semillero no Comprobado (HSNC).....	5
	C. Rodal Semillero (RS).....	5
	D. Fuente Seleccionada (FS).....	6
	E. Fuente Identificada (FI).....	6
3.1.6	Manejo de Rodales Semilleros.....	6
3.1.7	Recolección de Semillas Forestales.....	7
	A. Formas de Recolectar las Semillas Forestales.....	8
	a. Recolección de Semillas Caídas.....	8
	b. Recolección de Semillas en Arboles en pie.....	8
3.1.8	Pronóstico de la Cosecha.....	8
	A. Antes o al Tiempo de Florecimiento.....	8
	B. Al Tiempo de Formación.....	9
	C. Estimación de la Cosecha de Estróbilos.....	9
3.1.9	Estimación de Rendimiento de Semillas.....	9
	A. Muestreo.....	10
	B. Métodos.....	10
	a. Método de Seccionar el Estróbilo.....	10
3.1.10	Procedimiento para calcular el Valor Germinativo.....	11
3.1.11	Descripción Taxonómica de <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.....	13
	A. Distribución.....	13
3.1.12	Descripción Taxonómica de <i>Pinus tecunumanii</i> (Schw).....	14

A.	Distribución.....	14
3.1.13	Descripción Taxonómica de <i>Pinus oocarpa</i> Schide.....	14
A.	Distribución.....	15
3.1.14	Descripción Taxonómica de <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore.....	15
A.	Distribución.....	16
3.2	Marco Referencial	17
3.2.1	Procedencias.....	17
3.2.2	Estudios anteriores.....	17
4.	OBJETIVOS	21
4.1	Objetivo General	21
4.2	Objetivos Específicos	21
5.	METODOLOGIA	22
5.1	Selección de Especies	22
5.2	Selección de Procedencias	22
5.3	Reconocimiento	22
5.4	Epoca de Recolección	22
5.5	Características de las Fuentes Semilleras	23
5.6	Producción de Estróbilos y Semillas	23
5.6.1	Selección de los Arboles.....	23
5.6.2	Recolección de Estróbilos.....	24
5.6.3	Análisis de la Información.....	25
5.7	Rendimiento de Mano de Obras en las Fases de Recolección y Procesamiento	25
5.7.1	Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Recolección.....	25
5.7.2	Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Procesamiento.....	26
5.7.3	Procesamiento de Estróbilos y Semillas.....	26
A.	Secado.....	26
B.	Separación de Alas.....	26
C.	Limpieza de la Semilla.....	26
5.7.4	Análisis de la Información.....	27
5.8	Relaciones Alométricas	27
5.9	Pruebas para Determinar la Calidad de la Semilla	28
5.9.1	Contenido de Humedad (%).....	28
5.9.2	Pureza (%).....	28
5.9.3	Número de Semillas Puras por kilogramo.....	28
5.9.4	Porcentaje de Germinación (%).....	29
5.9.5	Número de Semillas Viables por kilogramo.....	29
5.9.6	Energía Germinativa (d).....	29
5.9.7	Análisis de la Información.....	30

6.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
6.1	Producción de Estróbilos y Semillas.....	33
6.1.1	Producción de Estróbilos y Semillas por Especie.....	33
	A. <i>Pinus pseudostrobus</i>	33
	B. <i>Pinus tecunumanii</i>	34
	C. <i>Pinus oocarpa</i>	35
	D. <i>Pinus maximinoi</i>	35
6.1.2	Producción de Estróbilos y Semillas por Procedencia.....	36
	A. <i>Pinus pseudostrobus</i>	36
	B. <i>Pinus tecunumanii</i>	38
	C. <i>Pinus oocarpa</i>	39
	D. <i>Pinus maximinoi</i>	40
6.2	Rendimiento de Mano de Obra.....	41
6.2.1	Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Recolección.....	41
	A. <i>Pinus pseudostrobus</i>	41
	B. <i>Pinus tecunumanii</i>	42
	C. <i>Pinus oocarpa</i>	42
	D. <i>Pinus maximinoi</i>	43
6.2.2	Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Procesamiento.....	43
6.3	Relaciones Alométricas.....	46
6.3.1	Relaciones Alométricas por Especie.....	46
6.3.2	Relaciones Alométricas por Procedencia.....	47
6.4	Análisis de la Caldad Física de la Semilla Recolectada.....	48
6.4.1	Porcentaje de Humedad.....	48
6.4.2	Porcentaje de Pureza.....	48
6.4.3	Número de Semillas por Kilogramo.....	48
6.4.4	Porcentaje de Germinación.....	50
6.4.5	Energía Germinativa.....	50
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
7.1	Conclusiones.....	51
7.2	Recomendaciones.....	53
8.	BIBLIOGRAFIA.....	54
9.	APENDICE.....	56

INDICE DE CUADROS

		PAGINA
Cuadro 1	Características de las procedencias de semilla de 4 especies de coníferas en Guatemala.....	19
Cuadro 2	Resultados obtenidos en el estudio de Jara y Valle denominado "Producción de semillas y Frutos de 10 especies forestales tropicales en Centro América".....	20
Cuadro 3	Presentación de las épocas de recolección de semillas de las especies estudiadas.....	23
Cuadro 4	Características de las procedencias de semillas de 4 coníferas en Guatemala. 1997.....	31
Cuadro 5	Producción y semillas de 4 coníferas en Guatemala. 1997.....	33
Cuadro 6	Producción de Estróbilos y Semillas de 4 coníferas por sus procedencias. 1997.....	36
Cuadro 7	Rendimientos en la fase de Recolección para 4 especies de Coníferas en Guatemala. 1997.....	43
Cuadro 8	Rendimiento de Mano de Obras en Fase de Procesamiento de Estróbilos y Semillas de 4 especies de coníferas en Guatemala.....	45
Cuadro 9	Coefficientes de Correlación y sus Probabilidades de las relaciones alométricas de la Producción y rendimiento de 4 especies de coníferas en Guatemala.....	46
Cuadro 10	Coefficientes de correlaciones para las relaciones propuestas.....	48
Cuadro 11	Análisis de Calidad Física de las especies estudiadas.....	50
Cuadro 12A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus pseudostrobus</i> en la procedencia de Tecpán, Chimaltenango.....	57
Cuadro 13A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus pseudostrobus</i> en la procedencia de Alaska, Totonicapán.....	58
Cuadro 14A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus tecunumanii</i> en la procedencia Fca. Chuacús, Baja Verapaz.....	59
Cuadro 15A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus tecunumanii</i> en la procedencia de San Jerónimo, Baja Verapaz.....	60
Cuadro 16A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus oocarpa</i> en la procedencia de San Pedro Pinula, Jalapa.....	61
Cuadro 17A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus oocarpa</i> en la procedencia de La Brea, Jutiapa.....	62
Cuadro 18A	Boleta de campo en la fase de Recolección de <i>Pinus maximinoi</i> en la procedencia de San Raimundo, Guatemala.....	63

Cuadro 19A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus maximinoi* en la procedencia de San José Ocaña, Guatemala.....

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1	
Localización de las procedencias de <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>P. tecunumanii</i> , <i>P. oocarpa</i> y <i>P. maximinoi</i> de Guatemala.....	18

RESUMEN

RENDIMIENTO DE SEMILLA DE CUATRO ESPECIES DE CONIFERAS Y REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN SU PROCESAMIENTO EN GUATEMALA

SEED OUTPUT OF FOUR SPECIES OF CONIFEROUS AND OF HAND OF WORK IN THEIR PROSECUTION IN GUATEMALA

El presente trabajo de investigación abarca los rendimientos de semilla de 4 especies de coníferas y los requerimientos de mano de obras que se necesitan para producir esta semilla. Entre las especies seleccionadas para la presente investigación fueron: *Pinus pseudostrobus* Lindl, *P. tecunumanii* (Schide), *P. oocarpa* Schide, *P. maximinoi* H.E. Moore, la selección se basó en la demanda de semilla de éstas sobre las demás coníferas. Además del ya mencionado objetivo, se determinaron algunas relaciones alométricas como relación peso de estróbilos con peso semilla, Diámetro a la altura del pecho con peso de semilla, Area de Copa con peso semilla, Altura con peso de semilla; esto con el objeto de pronosticar la producción de semilla a través de algunas variables de medición más fácil.

Dentro de la investigación se puede distinguir tres componentes: el primero, incluye el estudio del rendimiento de semilla de las especies ya mencionadas, para ello se hicieron muestreos dentro de 2 procedencias para cada una de las especies; seleccionándose los árboles de mejores características físicas, colectándose la semilla producida por éstos. En cada procedencia, se levantaron dos parcelas circulares de 1000 m² cada una, dentro de cada una se seleccionaron árboles clasificados 1 y 2 de la clasificación de CATIE-PROSEFOR; a cada árbol estudiado se tomaron datos como: altura (m), Diámetro a la altura del pecho, DAP (cm), Area de Copa, producción total de estróbilos; para esta sección se determinó variables estadísticas simples como media y desviación estándar. La semilla colectada se sometió a una serie de pruebas rutinarias para determinar la calidad física de la misma.

El primer componente relaciona la mano de obra requerida para producir determinada cantidad de semilla, particularizando las distintas especies. Determina la cantidad de estróbilos que puede recolectar un técnico, como también la cantidad de semillas que puede llegar a procesar.

El tercer componente, se refiere a la determinación de las siguientes relaciones alométricas: PESO DE SEMILLA con ALTURA, PESO DE SEMILLA con DAP, PESO DE SEMILLA con AREA DE COPA y PESO DE SEMILLA con CANTIDAD DE ESTROBILOS PRODUCIDOS; es decir que se estudió se existía alguna relación entre Peso de Semilla producida y las variables ya mencionadas. Analizándose a través de regresiones, para el efecto se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System, SAS. Sin embargo, de las relaciones alométricas propuestas únicamente la relación PESO DE SEMILLA con PESO DE ESTROBILOS PRODUCIDOS, resultó con un alto grado de correlación

En función de lo anterior, se puede mencionar que para producir un kilogramo de semillas se necesitan coleccionar en peso fresco de *Pinus pseudostrobus*, de 85 a 117 kg, de *P. tecunumanii* de 331 a 484 kg., para *P. oocarpa* de 241 a 253 kg., y de *P. maximinoi* de 157 a 164 kg. Un árbol de *Pinus pseudostrobus* puede llegar a producir hasta 8.7 kg. de semilla, en *P. tecunumanii* hasta 0.47 kg., de *P. oocarpa* hasta 0.12 kg., y de *P. maximinoi* hasta 0.09 kg.

Los requerimientos de mano de obra dependen directamente del tamaño y consistencia de los estróbilos y semillas de cada especie, sin embargo se puede decir que se necesitan de 8.5 a 12.5 horas/hombre para procesar un kilogramo de semilla de las especies estudiadas.

1. INTRODUCCION

Guatemala tiene actualmente una cobertura forestal de 3,750,200 ha; equivalente al 34.4% del territorio nacional; de esta cobertura el 6.1% son de coníferas comparado al 80.5% de latifoliados, el resto está repartido en manglares, bosques mixtos y bosques secundarios; a pesar de la mayor extensión de los bosques de latifoliados, la producción de madera en rollo de coníferas es mayor. Para que sigan produciendo estos bosques es necesario conservarlos y a su vez aumentar su cobertura forestal a través de la reforestación, pero también, se necesitan hacer estudios en los bosques remanentes, estudios de carácter silvícola, y sobre los productos maderables y no maderables; sin embargo, a pesar de la importancia de los bosques de carácter ambiental y económico, la cobertura forestal sigue disminuyendo a un ritmo que la superficie deforestada por año es más de la mitad del área reforestada desde 1980. (21)

Las actividades de reforestación han dado como resultado un aumento en la demanda de semilla forestal, ya que la superficie reforestada, entre plantaciones por incentivos fiscales, compromisos de reforestación, proyectos de inversión y reforestaciones voluntarias, asciende a un total de aproximadamente a 46,300 ha. Este aumento en la demanda, ha provocado que se adquiriera semilla que muchas veces es de procedencia y calidad desconocida. (21)

Esto ha llevado a que instituciones como el Instituto Nacional de Bosques (INAB) a través del proyecto Banco de Semillas forestales (BANSEFOR), y la colaboración del Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR), del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), realicen actividades de identificación y selección de fuentes semilleras tendientes a suministrar semillas forestales de mejor calidad, estudios de rendimientos de semillas en las diferentes fuentes y sus requerimientos de mano de obra en el procesamiento de las diferentes clases de semilla. Enmarcado en ese contexto la presente investigación estuvo enfocada a la determinación de la producción, rendimiento de mano de obra en fases de recolección y procesamiento de semillas de 4 especies de coníferas: *Pinus pseudostrobus* Lindl, *Pinus tecunumanii* (Schw), *Pinus oocarpa* Schide y *Pinus maximinoi* H.E. Moore, dentro de 8 sitios distintos de recolección.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Guatemala es un país que posee un 51.1% de su superficie de vocación forestal pero sólo tiene un 34.4% cubierta con bosque y lo más preocupante es su tasa de deforestación que alcanza 90,000 ha/año. Para contrarrestar la tasa de deforestación se han realizado plantaciones por incentivos fiscales, compromisos de reforestación, proyectos de inversión y reforestaciones voluntarias. (21)

Sin embargo, una de las dificultades con las que se ha tropezado el establecimiento de plantaciones forestales es suministro de semillas de calidad física y genética adecuada, lo cual ha incidido en resultados poco favorables que van desde el porcentaje de germinación hasta la calidad de la masa establecida, ya que actualmente algunas plantaciones antiguas han llegado a un período de aprovechamiento, pero se han manifestado en los árboles características no deseables como: forma de fuste, bifurcaciones, cola de zorro, etc. Estas características son consideradas altamente heredables y su manifestación en plantaciones se debe probablemente a la adquisición semilla de procedencia desconocida.

Además de lo anterior, dentro del sector dedicado a la producción y comercialización de semillas forestales existen muy pocos datos técnicos sobre la selección de las procedencias y su producción por área, tiempo de procesamiento de las semillas y sus respectivos costos, situación que no ha permitido determinar el potencial de los sitios de recolección para el suministro de semilla de procedencia conocida.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 La Semilla

La semilla, con su definición botánica, es el óvulo fecundado y maduro, con una planta embrionaria. La semilla tiene las siguientes partes:

Embrión: Procede de la fertilización de la oosfera por uno de los núcleos espermáticos y dará origen a una nueva planta.

Endosperma: Corresponde a un tejido generalmente triploide de reserva originado de la fusión de uno de los núcleos espermáticos con uno, dos o más núcleos polares.

Cubierta seminal: que consta de varias capas de tejidos cuyo número, grosor y estructura histológica varían notablemente de acuerdo con la especie. (22)

3.1.2 Desarrollo de la Semilla de las Gimnospermas

Los óvulos de las Gimnospermas poseen algunas características en común con los de las angiospermas, pero presentan también algunas diferencias. Existe por lo general un único integumento protector, que en un estróbilo femenino típico está parcialmente fundido con la escama ovulífera que porta los óvulos emparejados. Dentro del integumento está la nucela, que en la fecundación, como en las angiospermas, se separa claramente del integumento sólo en la región del micrópilo. La meiosis que se produce en la nucela, seguida de divisiones celulares mitóticas, lleva la formación de un tejido haploide multicelular el gametofito femenino. En el momento de la fecundación se ha desarrollado mucho más que el saco embrional de ocho núcleos de las angiospermas y ha desplazado en gran parte a la nucela. En su extremo micropilar está diferenciado en un número variable de arquegonios, cada uno de los cuales

contiene una gran célula huevo. (22)

En la fecundación, el tubo polínico deposita dos núcleos masculinos en un arqueogonio, uno de los cuales se une con el núcleo del huevo. El cigoto resultante se convierte después en el nuevo embrión diploide. El segundo núcleo masculino aborta en *Pinus*, pero puede fecundar un segundo arqueogonio en otros géneros. Nunca se une con núcleos polares femeninos para formar un tejido triploide análogo al endosperma de las angiospermas; este tipo de tejido es desconocido en las semillas Gimnospermas. Dentro de un mismo óvulo puede fecundarse más de un arqueogonio, pero en la gran mayoría de los casos sólo llega a la madurez un embrión por semilla. De hecho se dan casos de poliembrionia, pero ésta es infrecuente en la mayoría de los géneros. (22)

Dentro de un mismo óvulo puede fecundarse más de un arqueogonio, pero en la gran mayoría de los casos sólo llega a la madurez un embrión por semilla. De hecho se dan casos de poliembrionia, pero ésta es infrecuente en la mayoría de los géneros. (22)

3.1.3 Desarrollo del Estróbilo en las Gimnospermas

Después de la fecundación, el estróbilo femenino que es característico de varios géneros importantes de Gimnospermas, como ejemplo *Pinus*, *Picea*, *Pseudotsuga* o *Araucaria*, aumenta de tamaño y peso, así como de contenido de humedad y reservas nutricias acumuladas. Cuando los estróbilos se acercan a la madurez, el contenido de humedad desciende nuevamente y el estróbilo se hace más o menos leñoso. (22)

En *Pinus* una hojuela delgada y membranosa se separa de la escama ovulífera y se adhiere a la semilla madura, formando un ala. Como en las angiospermas, es muy variable el tiempo que transcurre entre la floración y la madurez y dispersión de la semilla. Entre los pinos tropicales, como el *Pinus occarpa* el promedio es de 18 a 21 meses. (22)

3.1.4 Dispersión de la semilla en las Gimnospermas

En el estróbilo de Gimnosperma típico, la maduración y desecación hacen que las escamas se abran y suelten las semillas. La dispersión se efectúa por el viento, ayudado en algunos géneros, por ejemplo *Pinus*; en cambio, los estróbilos de *Abies* se desintegran fácilmente en el árbol a las pocas semanas de madurar. (22)

3.1.5 Clasificación de Fuentes Semilleras

Las fuentes semilleras pueden clasificarse de varias maneras:

- A. Huerto Semillero Comprobado (HSC): Plantación de clones o progenies seleccionadas intensivamente para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y manejada intensivamente para la producción de semillas. Tiene el respaldo de pruebas de progenies y ha sido sometido a aclareos genéticos. (18)
- B. Huerto Semillero no Comprobado (HSNC): Huerto semillero similar al anterior pero que no ha sido sometido a aclareos genéticos. (18)
- C. Rodal Semillero (RS): Puede ser plantado o natural, aislado o manejado para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y que ha sido sometido a aclareos de mejoramiento para dejar entre 100 y 250 árboles por hectárea con características fenotípicas deseables para el caso de plantaciones. En bosque natural puede contener entre 60 y 80 árboles en un área con condiciones ambientales similares. Debe tener una base genética amplia, con el 50% de los árboles haya alcanzado el estado de fructificación y un área mínima de 1.0 ha en caso de plantaciones. En bosque natural, el área no es un limitante, siempre cuando los árboles se localicen en condiciones ambientales similares. (18)

- D. Fuente Seleccionada (FS): Esta fuente no cumple con uno o varios requisitos mencionados para Rodal Semillero, principalmente porque presenta problema de aislamiento, posee menos de 100 árboles deseables por hectárea (plantaciones) o entre 30 a 50 árboles en bosque natural o porque aún no han sido sometidos a aclareos de mejoramiento (contiene más de 200 arb/ha). Aún así, deben poseer una base genética amplia, una densidad que permita obtener un mínimo de 100 arb/ha y 50% con características deseables. Los bosques que se encuentren en ésta categoría por problemas de aislamiento o porque no se les ha efectuado ningún aclareo, pero cumplen con los otros requisitos, pueden pasar a la categoría de Rodal Semillero si se realizan las acciones correspondientes. (18)
- E. Fuente Identificada (FI): Son grupos de árboles que por su baja densidad, poca área y/o porque no contienen el número de árboles por hectárea, no clasifican dentro de la categoría anterior, pero pueden utilizarse en forma temporal mientras se establecen fuentes más avanzadas. En ésta categoría se encuentran principalmente: Parcelas experimentales (pruebas de procedencia y/o progíene con un número reducido de árboles); plantaciones piloto o demostrativas de poca extensión; las especies del bosque natural que por su naturaleza ocurren en baja densidad (30 árboles) o no alcanzan el número mínimo de árboles deseables por hectárea. (18)

3.1.6 Manejo de Rodales Semilleros

El rodal semillero es una de las fuentes de producción de semillas más utilizadas y sus características, establecimiento y manejo han sido ampliamente documentados. Su utilidad radica en una serie de atributos que los hacen muy importantes, sobre todo para programas jóvenes que no tienen otras fuentes más avanzadas de producción. Entre estos se pueden destacar la capacidad de producir semilla de mejor calidad genética a muy corto plazo, la posibilidad de desarrollar razas locales adaptadas al sitio de introducción y la concentración de operaciones de recolección en una sola área, entre otros.

El desarrollo de rodales semilleros implica la selección de plantaciones o rodales naturales de calidad fenotípica superior al promedio dentro de la zona ecológica en cuestión, el mejoramiento del rodal mediante la remoción de individuos inferiores y la adopción de medidas para reducir la contaminación con polen de árboles inferiores. Un rodal con potencial es aquel que presenta características fenotípicas y densidad tales que permitan obtener 75 a 150 árboles morfológicamente adecuados por hectárea y esta en capacidad de producción y estar en capacidad de producción de semilla. Considerando que el rodal destaca por su superioridad fenotípica, y suponiendo que se origina de una plantación con una densidad inicial de 111-1600 árboles por hectárea, hay suficiente potencial de selección para dejar únicamente los mejores individuos. De esta manera se pretende asegurar la calidad fenotípica de ambos progenitores, lo cual implica una ganancia genética mayor con respecto a las fuentes anteriores. Sin embargo, puesto que los rodales semilleros generalmente no están respaldados por pruebas de progenies, la semilla producidas por el rodal debe utilizarse para reforestación en la misma zona o en zonas de características climáticas y edáficas similares, hasta tanto no se realicen pruebas que indiquen su buena adaptación y comportamiento en otras zonas. (18)

El rodal debe tener un área mínima de 1 ha, y preferiblemente deben buscarse área mayores ya que en rodales pequeños es difícil lograr un aislamiento efectivo. El tamaño, sin embargo, dependerá también de las necesidades de semilla, del tipo de semilla y de la producción por árbol. (18)

3.1.7 Recolección de Semillas Forestales

La recolección de semillas forestales es una actividad un tanto más complicada y difícil que la misma actividad aplicada en la agricultura; frecuentemente los árboles se encuentran dispersos, sus cosechas son variables y a causa de su altura resulta muy difícil y peligroso acercarse a los estróbilos para poder cogerlos. (17)

La recolección de semillas forestales debe ser durante la época de maduración de los estróbilos;

sin embargo, esta época varía hasta en las mismas especies y depende del microclima de los rodales. (17)

A. Formas de Recolectar las Semillas Forestales

- a. **Recolección de Semillas Caídas:** puede hacerse una vez desprendidas de los árboles. Es imperativo que la semilla caída al suelo sea lo antes posible recolectada, para evitar pérdidas por insectos, animales u hongos. Sin embargo, hay que tener presente que las primeras semillas o estróbilos que caen en general son de mala calidad. (17)
- b. **Recolección de Semillas en Árboles en pie:** la mayor cantidad de semillas se recoge en árboles en pie, éste método evidentemente es el más difícil y el más costoso, pero se tiene la seguridad de que las semillas proceden de los árboles seleccionados y de la parte superior de la copa. (17)

3.1.8 Pronóstico de la Cosecha

Es aconsejable tratar de pronosticar la cosecha lo más temprano posible, porque de esta forma se dispondrá de más tiempo para planificar y organizar la recolección. (17)

A. Antes ó al Tiempo del Florecimiento

Se puede determinar que una cosecha potencial se está desarrollando, antes o al tiempo de florecimiento, al observar la cantidad de yemas productivas o flores que hay. Sin embargo, tales estimaciones pueden indicar solamente lo siguiente: a) Que no habrá una cosecha definitiva, o b) que existe la posibilidad de una sola cosecha. Por eso resulta difícil estimar la cosecha final con seguridad, usando éste tipo de información. (17)

Vale la pena estudiar la producción de flores con relación a la cosecha final y los muchos

factores del ambiente durante varios años, porque las observaciones de varias cosechas pueden indicar un sistema más confiable para poder pronosticar la misma. (17)

B. Al Tiempo de Formación

Los mejores pronósticos pueden hacerse una vez que la fecundación ha ocurrido, y cuando el estróbilo está desarrollándose pero el tiempo más confiable es algunos meses antes de la maduración del estróbilo, una vez que ha llegado a su tamaño final. (17)

C. Estimación de la Cosecha de Estróbilos

Casi toda estimación de la cantidad de estróbilos disponibles consiste en la observación de los árboles, con la ayuda de binoculares o con el corte de ramas como muestras, si los estróbilos son pequeños y no fácilmente observables. (17)

Como cualquier otras estimación, las observaciones tienen que ser hechas sobre la base de una muestra representativa de los árboles. El observador debe entrar al bosque y estimar la cosecha de árboles seleccionados al azar, o en forma sistemática, tratando de cubrir todo el rango de tipos de árboles. No se debe incurrir en el error común de observar solamente los árboles aislados o a los lados de los caminos, los cuales naturalmente tienden a tener una mejor cosecha que los árboles dentro de un rodal. (17)

3.1.9 Estimación de Rendimiento de Semillas

Una vez estimada la cosecha de estróbilos hay que estimar el rendimiento de semillas de cada estróbilo. De nada serviría coleccionar estróbilos, si no hubiera viables dentro del mismo. Dentro de las estimaciones, se encuentra muchas variaciones de rendimiento debido a los varios factores que afecta en el desarrollo de las semillas. Vale la pena hacer mención que con las mejores cosechas de estróbilos suele haber un mejor rendimiento de semillas por estróbilos,

principalmente a causa de una mejor fecundación. (17)

A. Muestreo

Las estimaciones del rendimiento de semillas se basan en una muestra de los estróbilos de la especie considerada. También, es esencial que la muestra sea representativa, no solamente de todos los árboles semilleros que hay, sino de todas las partes de la copa. Como regla general se deberá coleccionar 50 estróbilos de 10 árboles como mínimo y examinar por lo menos 30 semillas al azar de éstos estróbilos. (17)

B. Métodos

El método general consta en tomar una muestra de estróbilos, extraer las semillas de una manera apropiada, y luego hacer examen de la parte interior de la semilla. Esto último se puede hacer en forma simple por medio de incisión con la uña, o con una cortaplumas o escalpelo. El contenido de las semillas se clasifican como llenas o vacías. Las llenas serán las semillas viables posibles. Al mismo tiempo se debe observar la incidencia de daños por insectos u otras enfermedades sobre los estróbilos, porque estos afectan el desarrollo de las semillas. (17)

No se debe confundir ésta estimación de rendimiento con otras estimaciones que se usan para determinar el grado de madurez de los estróbilos. Como los estróbilos y semillas analizadas para pruebas de rendimiento no han alcanzado madurez, no se puede clasificar con más detalle, el contenido de las semillas, sino que como llena o vacía, buena o mala. (17)

a. Método de Seccionar el Estróbilo

Se puede estimar el rendimiento de semillas por medio de un corte longitudinal

del estróbilo, el cual permite contar en una cara expuesta el número de semillas cortadas y llenas. Este método es apto para los estróbilos del género *Pinus* y otras coníferas. Es importante usar un cuchillo bien afilado para que no haya tendencia a empujar las semillas hacia un lado. Una vez cortado el estróbilo, se toma una sección del mismo y se cuenta el número de semillas llenas visibles. El número real de semillas que contiene el estróbilo se puede estimar multiplicando el número de semillas llenas visibles por un factor previamente calculado para la especie. (17)

3.1.10 Procedimiento para calcular el Valor Germinativo

Diavashir y Porbeik (5), plantean que muchos análisis de semillas y autores han intentado derivar una fórmula que evalúe las pruebas de germinación. El principal propósito de obtener tal fórmula es presentar un procedimiento estándar para la viabilidad de un lote de semillas, la efectividad de varios tratamientos pregerminativos y la sobrevivencia esperada de plántulas de germinación en el campo y en vivero. Indican que Czabator (1962) menciona que los resultados de las pruebas de germinación son tan subjetivos, con tablas de experiencia, gráficos del curso de la germinación, o transformaciones estadísticas de los datos siendo usados para calificar el porcentaje de germinación.

Existen tres factores muy importantes en la evaluación de la germinación de la semilla (5):

- A. Velocidad de germinación diaria: estos son computados diariamente dividiendo los porcentajes de germinación acumulativa entre el número de días.
- B. El porcentaje de germinación: el porcentaje de germinación podría ser calculado en la fórmula como independiente del tiempo, porque el factor tiempo o período de germinación ya está considerado en la velocidad diaria de germinación.

- C. Duración de la prueba: la fórmula debe ser apropiada para enumerar la duración de la prueba de germinación.

Considerando estos tres factores y la observación en muchas especies e incluyendo datos disponibles de laboratorio de semillas y viveros, proponen la fórmula $VG = VDG \text{ Acum}/NF * \text{Germ Acum}/10$ para este cálculo se puede utilizar el orden siguiente (5):

I	II	III	IV	V	VI	VII
N.F.	N. Días P. Germ	Germ Acum	VDG Diaria	VDG Acum	$\frac{VDG \text{ Acum}}{N.F.}$	Valor Germ

Descripción de cada casilla:

- I. N.F. = Número de frecuencia o número de días que son calculados durante la prueba.
- II. N. Días P. Germ = Número de días desde el principio de la germinación, indica el número de días a partir del cual inicia la germinación.
- III. Germ Acum = Germinación Acumulada; es la germinación acumulada por día de una repetición (o la germinación media acumulada por día de un tratamiento.)
- IV. VDG Diaria = Es la velocidad de germinación diaria; se obtiene dividiendo la germinación acumulada diaria entre el número de días desde el principio de la germinación (III/II).
- V. VDG Acum = Velocidad de germinación acumulada; se obtiene de acumular la VDG diaria.
- VI. VDG Acum/N.F. = Se obtiene de dividir la velocidad de germinación acumulada entre el número de días desde el principio del ensayo (VI/I).
- VII. Valor Germ = Es el valor germinativo; se obtiene de multiplicar VDG Acum / N.F. por la germinación Acumulada dividido entre un factor constante de 10 o 100 (VI*III/100).
- Factor constante = El número 10 es una constante que por experiencia y por

muchas pruebas de germinación, se ha determinado que los resultados de la fórmula usando la constante puede ser cercano al número de plántulas sobrevivientes, y luego incrementando la objetividad de la fórmula.

El valor germinativo nunca debe ser mayor que 100 y cuando este sea el caso deberá utilizarse en vez de la constante 10 un 100 con el objeto de obtener un dato de valor germinativo menor o igual a 100. (5)

3.1.11 Descripción Taxonómica de *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Arbol de tronco ordinariamente recto, a veces ligeramente corvado de 20 a 30 m de altura, desde 0.60 hasta 1.50 m de diámetro; corteza color grisáceo oscuro en la base, hasta morena grisácea en la cúspide en el pie longitudinalmente agrietada. En los ejemplares jóvenes muestran sus ramas erguidas casi totalmente cubiertas o brevemente arqueadas, colgantes en las ramas horizontales, arqueadas en las dos tercios superiores en las partes antiguas de las ramas ascendentes; fascículos de 5 agujas, a veces algunos con 4 y 6, finas flexibles, triangulares cateto interno subcóncavo, externos brevemente convexo, finamente aserrados, de color verde claro, con tonalidades azuladas, brillantes, que vistas a distancia dan la impresión de grisáceo agrietado, de 15 a 32 cm de longitud, por 1.6 a 2.1 mm de espesor, de color moreno amarillento lustrosas las recientes, tornándose oscura, opacas con la edad. (1)

A Distribución:

Habita entre los 1600 y 3200 m de altura sobre el nivel del mar. Se puede encontrar en las partes altas del departamento de Guatemala, en Sacatepéquez, en casi todo el departamento de Chimaltenango, y partes de Totonicapán, y partes de Alta Verapaz, San Marcos, Huehuetenango. (1)

3.1.12 Descripción Taxonómica de *Pinus tecunumanii* (Schw)

La forma de las ascículas se presenta indiferentemente de 4 a 5 agujas, a veces 3, hasta de 0.9 mm de espesor, color verde claro; vainas no mayores a 2 cm de longitud, color moreno grisáceo; estróbilos notablemente menos numerosos que en el *P. oocarpa*, de color amarillo grisáceo, hasta gris claro, de 4 a 7 cm de longitud, con escamas de 2 cm de longitud; apófisis redondeada o encorvada, con una prolongación aquillada hacia el interior; la cual casi desaparece en las escamas basales, coronada por prolongación espiniforme, que por lo general desaparece en la mayoría de los estróbilos antiguos. (1)

A. Distribución:

Habita entre los 1500 y 2,400 m sobre el nivel del mar. Se halla muy bien representada en los pinares de los departamentos de Santa Rosa y El Progreso; también se puede encontrar en los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango, Totonicapán, Quiché, Sololá, Chimaltenango, Baja Verapaz, Guatemala, Chiquimula y Jalapa. Puede estar asociado a colonias de Fagaceas y *Quercus*. (1)

3.1.13 Descripción Taxonómica de la Especie *Pinus oocarpa* Schide

Arbol de mucha importancia en el país, que alcanza alturas considerables en buenos suelos, hasta 40 metros y de 50 a 80 centímetros de diámetro. La copa es muy variable, tanto en su forma como en la densidad. Las principales características que presenta esta especie son las siguientes (1):

Corteza hendida, formando estrechas placas longitudinales y casi rectangulares, escamosas en la parte superior, color gris hasta café grisáceo. Ramas generalmente gruesas y extendidas, pero también a veces se encuentran finas. Hojas se presentan generalmente fascículos. El largo oscila entre 17 a 29 cm, comúnmente de 22-25 cm y 0.9 a 1.00 mm de espesor. Aglomeradas,

anchamente triangulares, de color verde claro, brillantes, tiesas y ásperas. Los tres bordes son finamente aserrados. Estróbilos masculinos son largamente cilíndricos de color amarillo, las femeninas son subterminales de color azulado. Conillos sub-terminales, sub-angulosos, sobre pedúnculos escamosos de unos 3 cm de largo, comúnmente solitarios, pero se observan también en grupos hasta 3, con escamas anchas casi triangular, con pequeñas puntas gruesas y casi ramas. Estróbilos persistentes serotinos y numerosos, anchamente ovoides cónicos, hasta globosos, fuertes y pesados de 5 a 9 cm de largo y 4 a 7 cm de ancho... Su color es ocre con tinte algo verdoso, brillante. Se presentan solitarios, ya por pares o en grupos de tres, sobre pedúnculos débiles de 2 a 3 cm. Las escamas son gruesas y duras, los estróbilos se caracterizan porque no se abren sus escamas a un mismo tiempo sobre la rama después de la semillación. La semilla es pequeña de unos 6 a 7 mm de largo café oscuro con ala de 10-12 mm de largo. (1)

A. Distribución

La distribución de esta especie es muy amplia, atravesando el país desde México hasta El Salvador, Honduras y Nicaragua. Generalmente se encuentra en las dos áreas de la zona de vida denominadas bosques húmedo sub-tropical y húmedo montano bajo; con elevaciones de 800 a 2400 msnm. Aparece formando rodales puros y otras veces asociados con otras especies de *Pinus* y de hoja ancha. Esta especie se le encuentra en los siguientes departamentos: Huehuetenango, Quiché, Chimaltenango, Guatemala, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Chiquimula, Santa Rosa y Jutiapa. (1)

3.1.14 Descripción Taxonómica de *Pinus maximinoi* H.E. Moore

Arbol de hasta 48 m de altura con diámetros hasta de más de un metro, formando una copa redondeada. Las principales características de esta especie son las siguientes (1):

La corteza en árboles jóvenes es lisa, de color gris, los árboles adultos tienen la corteza surcada

longitudinal áspera y tosca de color café grisáceo. Ramas en verticilos horizontales, ramillas frágiles con largos entrenudos, moreno rojizo o amarillentas y lustrosas, las huellas de las brácteas poco marcadas y espaciadas. Hojas en grupos de cinco, de 20 a 28 cm de largo por 0.5 a 0.7 mm de espesor, finas, flexibles y colgantes, de color verde claro, brillantes, triangulares y aserradas. Conillos de color moreno rojizo, laterales, en grupos de 4, con escamas resinosas, con puntas gruesas dirigidas hacia el ápice, oblongos, atenuados. Estróbilos oblongos o largamente ovoides, en la base a aplanados, asimétricos de 6-12 cm de largo, se encuentran solitarios o en grupos de 4 ó 5 sobre pedúnculos oblicuos y encorvados, de unos 1 mm que quedan con el estróbilo al caer éste. estróbilos caedizos, las escamas del estróbilo son delgadas, quebradizas, blandas, con ápice redondeado, debidamente aquilada con una pequeña espina decidua. Semillas casi triangulares, de 6 a 7 mm con ala amarillenta, de 18 a 20 mm de 6 a 7 mm de ancho. (1)

A. Distribución

La distribución de esta especie es también amplia, requiere buenos suelos, precipitación mayor de 800 mm por año, y clima subtropical. Se encuentra desde 1100 a 1800 msnm. Su distribución alcanza también a El Salvador, Honduras y Nicaragua. Se encuentra en los siguientes departamentos: El Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Guatemala, Sacatepéquez, Sololá y Santa Rosa. (1)

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Procedencias

Las 8 procedencias dentro de la República están en Guatemala, Baja Verapaz, Jalapa, Jutiapa, Chimaltenango y Totonicapán, (Figura 1), han sido seleccionados por las características y distribución de sus individuos dentro de una masa forestal, por el personal del Banco de Semillas Forestales, BANSEFOR. La mayoría de las características de las procedencias aparecen en el Cuadro 1.

3.2.2 Estudios anteriores

Sobre este tema, hay muy pocos estudios realizados, y menos aún, sobre coníferas. En 1984, Ordóñez Aguilar (18) realizó el estudio "Producción y conservación de Semilla de 3 Especies de Pinus importantes en Guatemala: (*Pinus caribaea* var. *hondurensis* Bar y Golf, *P. oocarpa* Schide, *P. maximinoi* H.E. Moore" por William Ordóñez Aguilar, en la cual se analizan la germinación de 3 especies distintas de Pinos, de cada una de las especies se tomaron muestras de semillas de 3 procedencias distintas, y se analizó en un diseño de Bloques al azar.

Por otro lado Jara y Valle (23) realizaron el estudio titulado: "Producción y Rendimiento de Semilla de 10 especies Tropicales". Consistió en la recolección de semillas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. deglupta*, *Tectona grandis*, *Leucaena leucocephala*, *Swietenia humilis*, *S. macrophylla*; *Alnus acuminata*, *Glinicidia sepium* y *Codia alliodora*, recolectadas de plantaciones para las primeras siete especies y el remanente de bosques naturales en El Salvador, Costa Rica y Guatemala. Se realizaron dos etapas: a) de cinco árboles escogidos al azar y b) de una recolección general realizada por propietarios durante tres días consecutivos. Las semillas en ambas fases fueron enviadas al laboratorio del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE en Costa Rica, para análisis de calidad física.

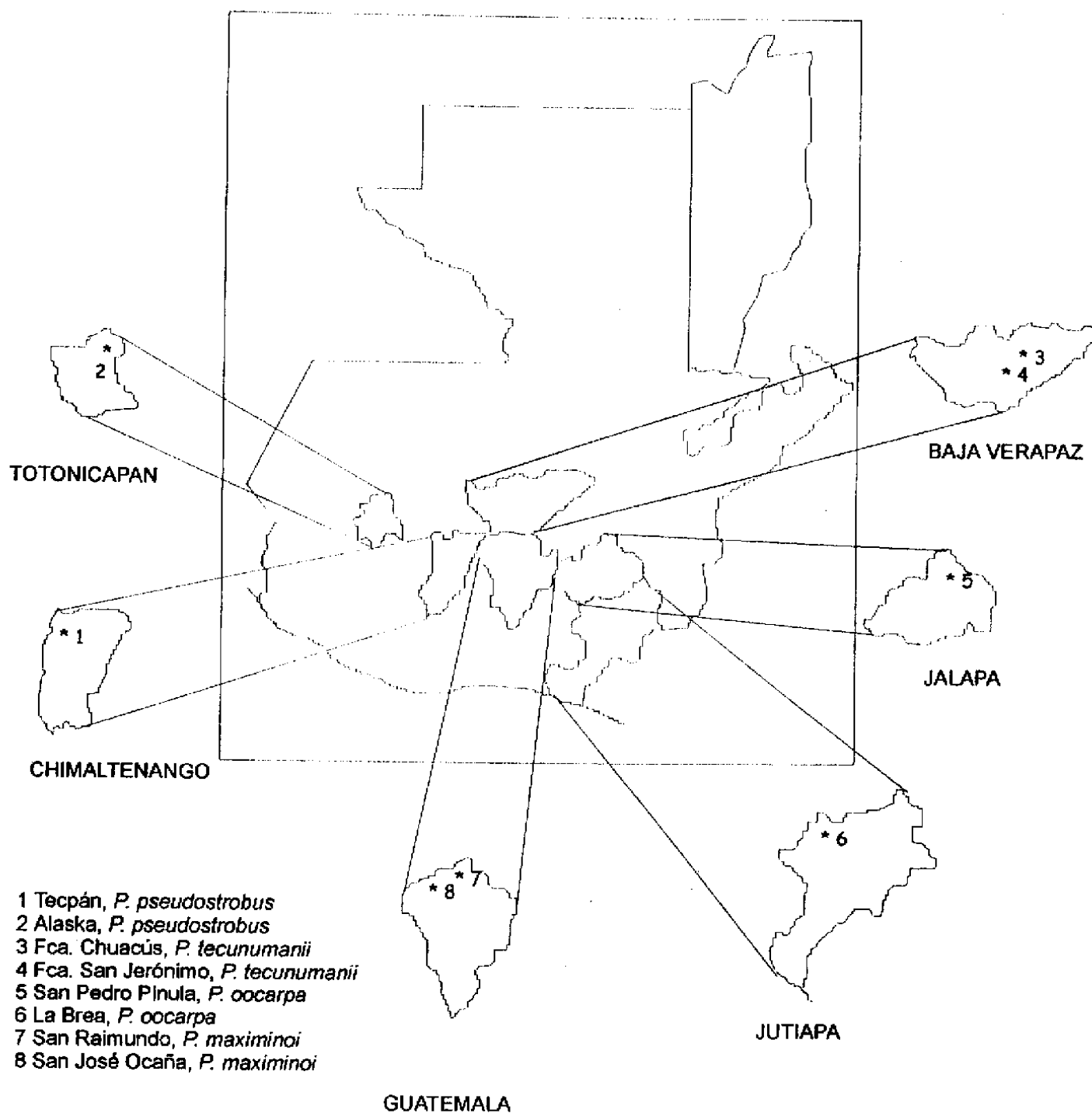


Figura 1 Localización de las procedencias de *Pinus pseudostrobus*, *P. Tecunumanii*, *P. oocarpa*, y *P. maximinoi* de Guatemala.

Cuadro 1 Características de las procedencias de semilla de 4 especies de coníferas en Guatemala

ESPECIE	<i>Pinus pseudostrobus</i>		<i>Pinus tecunumanii</i>		<i>Pinus oocarpa</i>		<i>Pinus maximinoi</i>	
	TECPAN	ALASKA	Fca CHUACUS	Fca SAN JERONIMO	SAN PEDRO PINULA	LA BREA	Fca LOS MARTINEZ	Fca SAN JOSE OCAÑA
ALTITUD	2170	2785	1900	1500	1155	1350	1480	1660
LONGITUD	91°00'	91°16'46"	90°16'35"	90°05'24"	90°03'40"	89°57'	90°36'10"	90°42'10"
LATITUD	14°45"	14°50'37"	14°59'54"	14°19'51"	14°19'51"	14°39'	14°45'40"	14°43'30"
TOPOGRAFIA	Accidentada	Accidentada	Accidentada	Accidentada	Escarpada	Escarpada	Accidentada	Accidentada
PRECIPITACION	1300	2500	909	1407.49	1100	1250	1100	1349
TEMPERATURA MEDIA °C	16°	10°	17°	17.9°	25°	23°	23°	20°
PENDIENTE	0 a 30%	10 a 35%	40 a 60%	40 a 60%	15 a 40%	10 a 30%	0 a 40%	5 a 40%
ZONA DE VIDA	Bmh - MB	bmh - M	bmh - s(f)	bh - S(t)	bh - S(t)	bh - S(t)	bh - S(t)	bh - MB

REFERENCIAS:

bmh - MB BOSQUE MUY HUMEDO SUBTROPICAL
 bmh - M BOSQUE MUY HUMEDO
 bh - S(t) BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL
 bh - MB BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO

En este estudio se obtuvo información sobre producción (kg de frutos/árbol, kg de semillas/árbol, kg de semilla/ha), rendimientos de recolección y procesamiento (kg de frutos/hombre/día, kg de semillas/hombre/día), para todas las especies. Los análisis de calidad física fueron realizados teniendo como base las normas de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA).

Dentro de los resultados que se obtuvieron están dentro del Cuadro 2.

Cuadro 2 Resultados obtenidos en el estudio de Jara y Valle denominado "Producción de semillas y Frutos de 10 especies forestales tropicales en Centro América".

ESPECIE	SITIO	DAP (cm)	ALTURA TOTAL (m)	AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS/ ARBOL (kg)	PESO DE SEMILLAS/ ARBOL	RELACION FRUTO/ SEMILLA (kg)
<i>E. citriodora</i> C.V. (%)	El Sunza (ES)	22.7 14.1	18.8 10.2	23.3 42.4	20.9 10.8	0.7 11.5	31.1 10.7
<i>E. citriodora</i> C.V. (%)	Sta. Bárbara (ES)	24.5 11.3	18.8 6.3	35.2 19.0	17.6 27.0	0.7 20.9	26.1 12.4
<i>E. camandulensis</i> C.V. (%)	Tihullocoyo (ES)	34.3 6.7	28.0 14.4	48.3 26.3	18.5 64.6	1.7 47.9	10.1 27.0
<i>T. grandis</i> C.V. (%)	Talcualhuya (ES)	25.1 10.2	20.0 8.4	28.7 16.6	2.2 26.4	1.8 32.0	12.1 9.9
<i>T. grandis</i> C.V. (%)	Sta. Teresa (ES)	35.5 5.3	21.0 7.2	34.2 10.4	5.1 24.7	4.2 25.1	12.1 2.2
<i>E. deglupta</i> C.V. (%)	Charrara (CR)	48.4 11.7	34.0 10.2	113.1 39.5	25.5 48.5	0.7 52.9	41.1 37.0
<i>A. acuminata</i> C.V. (%)	Prusia (CR)	47.7 11.4	33.4 12.1	64.5 40.3	10.0 92.3	0.5 98.7	20.1 32.6
<i>S. macrophylla</i> C.V. (%)	Sardinal (CR)	62.8 6.8	19.4 15.2	247.5	138.3 24.5	4.2 53.1	37.1 25.0
<i>L. leucocephala</i> C.V. (%)	Nicoya (CR)	29.4 8.6	10.8 11.8	105.1 28.1	7.9 32.0	3.4 32.5	2.3 10.2
<i>C. allodora</i> C.V. (%)	Bribri (CR)	45.3 15.2	31.8 11.1	156.4 40.9	9.8 46.7	1.3 53.4	8.1 36.0
<i>G. sepium</i> C.V. (%)	Sta. Cruz (CR)	10.0 22.0	7.0 13.3	33.9 29.5	5.0 43.9	0.2 52.0	35.1 44.8
<i>S. humilis</i> C.V. (%)	Las Camellas (G)				51.0 34.0	2.2 59.3	23.1

FUENTE: Valle y Jara "Producción y Rendimiento de semillas de diez especies forestales tropicales"

C.R. = Costa Rica
E.L. = El Salvador
G. = Guatemala

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Determinar el rendimiento de semilla y requerimientos de mano de obra para las fases de recolección y procesamiento y la calidad de semilla recolectada para *Pinus pseudostrobus*, *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* y *P. maximinoi* en Guatemala.

4.2 Objetivos Específicos

- 4.2.1 Determinar el rendimiento de semillas de *Pinus pseudostrobus*, *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* y *P. maximinoi*, de 8 fuentes semilleras en Guatemala.
- 4.2.2 Estimar los rendimientos de mano de obra en fases de recolección y procesamiento de estróbilos y semillas de *Pinus pseudostrobus*, *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* y *P. maximinoi*, de 8 fuentes semilleras en Guatemala.
- 4.2.3 Estudiar las relaciones entre estróbilo en peso húmedo y peso de semilla, área de copa y peso de semilla, Diámetro a la altura del pecho y peso de semilla, altura de árbol y peso de semilla, para *Pinus pseudostrobus*, *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* y *P. maximinoi* de 8 fuentes identificadas por el Banco de Semillas Forestales.
- 4.2.4 Determinar la calidad de la semilla recolectada para las especies de *Pinus pseudostrobus*, *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* y *P. maximinoi*.

5. METODOLOGIA

5.1 Selección de Especies

Las especies seleccionadas son: *Pinus pseudostrobus*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus occarpa* y *Pinus maximinoi*. Para su selección se tomó en cuenta la mayor demanda potencial que éstas tienen en comparación de las demás especies de coníferas, información que fue obtenida en el Catálogo y Registro del Banco de Semillas Forestales, BANSEFOR.

5.2 Selección de Procedencias

Las procedencias donde se realizó la etapa de campo de la presente investigación, son áreas que previamente fueron ubicadas por BANSEFOR como fuentes semilleras. Las fuentes semilleras están ubicadas en los departamentos de Guatemala, Baja Verapaz, Jalapa, Jutiapa, Totonicapán y Chimaltenango. La ubicación exacta se presenta en el Cuadro 1.

5.3 Reconocimiento

En cada uno de las procedencias y dentro de la época de recolección, se hizo un reconocimiento previo para determinar que grado de maduración de los estróbilos y establecer con certeza la fecha de recolección.

5.4 Época de recolección

La época de recolección estuvo en función de la maduración de los estróbilos de cada una de las especies. Es importante mencionar que no se cuenta con información precisa sobre la fenología de la maduración de estróbilos, solamente se cuenta con información de campo generada por BANSEFOR. La época en que fueron realizadas las recolecciones de estróbilos maduros y/o semillas aparece en el

Cuadro 3.

Cuadro 3 Presentación de las épocas de recolección de semillas de las especies estudiadas.

ESPECIE	EPOCA DE RECOLECCION
<i>Pinus pseudostrobus</i>	ENERO-FEBRERO
<i>Pinus tecunumanii</i>	ENERO-FEBRERO
<i>Pinus oocarpa</i>	FEBRERO-MARZO
<i>Pinus maximinoi</i>	MARZO-ABRIL

5.5 Características de las Fuentes Semilleras

En cada uno de las 8 procedencias, se obtuvo información general del área y de las fuentes semilleras.

La información a recabada fue:

Densidad, Diámetro a la altura del pecho promedio, Altura promedio, Densidad de Arboles semilleros.

5.6 Producción de Estróbilos y Semillas

Dentro de los rodales se levantaron 2 parcelas de 1000 m² de forma circular, con un muestreo selectivo, utilizando el criterio de la variabilidad del terreno para su ubicación.

5.6.1 Selección de los Arboles

Dentro de las parcelas se tomó la siguiente información:

- NÚMERO TOTAL DE ÁRBOLES DENTRO DE LA PARCELA;
- NÚMERO DE ÁRBOLES CON ESTROBILOS;
- NÚMERO DE ÁRBOLES CON ESTROBILOS Y ESCALABLES;
- NÚMERO ARBOLES SEMILLEROS: árboles con estróbilo, escalables y categorizados dentro de

las clases 1 y 2 de la clasificación de PROSEFOR.

La clasificación que se hace mención en el párrafo anterior es la siguiente:

Clase 1. Árboles Excelentes: Dominantes o codominantes, rectos, sin bifurcaciones, de ramas delgadas, sanos y vigorosos. Conformarán la población final del rodal semillero.

Clase 2. Árboles Buenos. Dominantes o codominantes, sin bifurcaciones bajas, con leves defectos en el fuste o en la copa. Algunos o todos podrían permanecer en el rodal si no hay suficientes en la categoría anterior. (10)

- Consecutivamente, en cada una de las parcelas se seleccionaron un máximo de 5 árboles maduros, dominantes, vigorosos, con abundante cantidad de estróbilos y con semillas maduras y procurando que fueran de similar altura y diámetro, como también que estuviesen dentro de las categorías 1 y 2 de PROSEFOR, tomándole a cada árbol la información es la siguiente:

- Altura total (m);

- Diámetro a la altura del pecho DAP (cm);

- Diámetro de la copa proyección horizontal sobre el suelo en sentido Norte-Sur y Este-Oeste (m²).

5.6.2 Recolección de Estróbilos

Para realizar la recolección, el escalador utilizó espolones para ascender al árbol y una vara de extensión para cortar los estróbilos de la copa. Ya cortados los estróbilos fueron transportados en sacos de Nefan.

- Se pesaron en los patios de secado de BANSEFOR el total de estróbilos y/o semillas de cada árbol, con una balanza con una aproximación de 0.1 kg.

5.6.3 Análisis de la Información

En cada parcela se tomaron los datos a cada árbol individual, datos como: Diámetro a la altura del pecho, Altura, Diámetro de copa (Norte-Sur, Este-Oeste), Peso de estróbilos en peso fresco, y peso de semilla ya procesada.

Además se relacionó la producción total de la parcela a producción por hectárea para determinación por procedencia. Además se hizo la relación de Estróbilos/Semilla a través de cociente entre las variables mencionadas con las cantidades totales que se obtuvieron. También cada variable mencionada se determinó sus medias aritméticas y coeficientes de variación.

5.7 Rendimiento de Mano de Obra en las Fases de Recolección y Procesamiento

Con respecto a la determinación del Rendimiento de la mano de Obra en la fase de recolección, se hizo de la manera siguiente:

5.7.1 Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Recolección

Dentro de cada rodal, durante 3 días consecutivos se le pidió al equipo de 2 escaladores que recolectaran los estróbilos de los árboles que se podían escalar, y al final de la jornada de trabajo, se contaron las horas efectivas de trabajo. La información que se tomó fue la siguiente:

Día, Número de árboles, Diámetro a la altura del pecho (cm), altura total (m), Diámetro de Copa (m), Peso de estróbilos (kg), número de hombres, Jornada de trabajo (hr/d).

Este proceso es sencillo, el rendimiento está más en función del tiempo de secado que el tiempo de mano de obra utilizado para extraer la semilla de los estróbilos.

La toma de datos constituyó en tomar el tiempo desde la llegada el cargamento de estróbilos a los sitios a los lugares de procesamiento, pasando por toda la etapa de procesamiento de la semilla hasta el lote de semilla estuvo listo para su almacenaje.

5.7.3 Procesamiento de Estróbilos y Semillas

A. Secado

Los estróbilos colectados, se expusieron al sol, dentro de los patios de secado del BANSEFOR, en cajas de madera individuales. En esta sección se tomó el número de días desde que se pusieron a secar los estróbilos hasta el día en que la mayor parte de los estróbilos estuviesen abiertos; entonces se pasaba a la extracción de las semillas.

B. Separación de Alas

Luego de la extracción de las semillas, éstas se procesaban por medio de la separación de las alas. Este procedimiento se hizo a través del macerado de las alas de cada semilla. Desde la extracción de la semilla hasta la separación de las alas se tomó el tiempo en el cual el técnico se tardaba procesar determinada cantidad de semilla.

C. Limpieza de la semilla

La separación de la materia inerte de la semilla fue por medio de avenamiento, es decir, por medio de una corriente de aire deje libre a las semillas de la materia inerte. También se tomó el tiempo durante este proceso.

5.7.4 Análisis de la Información

Las variables respuesta que se obtuvieron en estas fases fueron:

Cantidad total de estróbilos procesada (kg);

Días de secado (d);

Procesamiento de estróbilos: tiempo total (d), kilogramos por hombre por día.

Para el cálculo de los rendimientos de mano de obra en la fase de recolección se dividió las producciones totales de los estróbilos y semillas dentro del número de operarios y el número de días que se utilizaron para coleccionar los estróbilos. Se calculó para cada una de las procedencias.

5.8 Relaciones Alométricas

Para determinar si existe algún grado de asociación en dimensiones de los árboles tales como DAP, ALTURA, AREA DE COPA y PRODUCCIÓN DE ESTROBILOS, se plantearon cuatro relaciones Alométricas.

En esta sección se determinaron las siguientes variables respuesta:

- Relación de peso fruto/semilla seca y limpia;
- Relación área de copa/peso fresco de estróbilos;
- Relación área de copa/peso de semilla seca y limpia.
- Relación peso fresco de estróbilos/DAP.

Se realizó un análisis de correlación para cada una de las relaciones anteriores, para el cálculo de los coeficientes de correlación se utilizó el procedimiento incluido en EXCEL de MICROSOFT 97 y el procedimiento de Correlación de utilizando el paquete Statistical Analysis System, SAS.

5.9 Pruebas para Determinar la Calidad de la Semilla

Se tomó una submuestra de aproximadamente 0.1 kg de cada sitio, para someterlas a las pruebas rutinarias de calidad física de acuerdo a las normas de la Asociación Internacional de pruebas de Semillas (siglas en inglés ISTA), tales como:

5.9.1 Contenido de Humedad (%)

El ensayo constó de 4 muestras de 5 gr que incluye materia inerte, colocadas en hornos dentro recipientes metálicos, a una temperatura de 103°C, durante 17 horas, calculándose mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CONTENIDO DE HUMEDAD(\%)} = \frac{\text{Peso original} - \text{peso seco}}{\text{Peso original}} * 100$$

5.9.2 Pureza (%)

Se pesaron 4 muestra conteniendo impurezas o materia inerte, luego se separarán estas impurezas de las semillas pesándose nuevamente. El porcentaje de pureza o de semilla pura se calculó de la manera siguiente:

$$\text{PORCENTAJE DE PUREZA (\%)} = \frac{\text{PESO DE LA SEMILLA "PURA"}}{\text{PESO TOTAL DE LA MUESTRA ORIGINAL}} * 100$$

5.9.3 Número de Semillas Puras por kg

Se tomaron 8 muestras de 100 semillas y se pesaron, y para calcular el número de semillas por kilogramo, fue de la manera siguiente:

$$\text{NUMERO DE SEMILLAS POR KILOGRAMO} = \frac{\text{Número de semillas que contiene la muestra} \times 1000}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

5.9.4 Porcentaje de Germinación

El ensayo constó de 4 réplicas de 100 semillas cada una, puestas en cajas germinadoras, con un substrato basándose en arena; tomándose lecturas todos los días hasta transcurridos 24 días; luego se calculó el porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas de la muestra}} \times 100$$

5.9.5 Número de Semillas Viables por kilogramo

Combinando el porcentaje de viabilidad y el peso de las semillas puras se obtiene el número de semillas viables que se espera obtener por unidad de peso de semilla pura; sustituyendo el porcentaje de viabilidad por el porcentaje de germinación se obtiene el número de semillas germinables. Si se incorpora un factor relativo al porcentaje de pureza, los valores que se obtienen, expresan el número de semillas viables o germinables por unidad de peso de semilla pura.

5.9.6 Energía Germinativa (d)

La energía germinativa se calculó por la metodología propuesta por Buch, M (3), metodología empleada en el BANSEFOR. El valor de energía germinativa (d), fue el día que le correspondió el valor más alto de valor de germinación.

5.9.7 Análisis de la Información

Los resultados de esta sección se obtuvieron de acuerdo a las normas de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas, con sus siglas en inglés (ISTA); para los resultados de Contenido de Humedad, Porcentaje de Pureza, Número de semillas por kilogramo, Porcentaje de Germinación, se utilizó estadística descriptiva, particularmente la media aritmética.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Las procedencias que se tomaron para la recolección son clasificadas como Fuente Identificada (FI), a excepción de la Finca Chuacús, la cual ha sido categorizada como Fuente Semillera; cada una de las procedencias presentaron características particulares con respecto a sus densidades totales, densidades de árboles semilleros, y estas características han podido influir en la producción de semilla por hectárea, en función de las dimensiones de los árboles. Un aspecto que es necesario mencionar es el hecho de que las procedencias a pesar de que han sido seleccionadas únicamente para la producción de semillas, no se encuentran libres de agentes externos (pobladores cercanos) quienes penetran a las mismas para la extracción de algunos productos forestales, llegando hasta la tala de árboles semilleros, lo cual puede afectar considerablemente el potencial productivo de la fuente semillera. En el Cuadro 4, se presentan promedios de Diámetro a la altura del pecho (DAP), Altura, Área de Copa, densidad de Árboles Semilleros y sus Densidades Totales para cada una de las procedencias.

Cuadro 4. Características de las procedencias de semillas de 4 coníferas en Guatemala. 1997.

ESPECIE	SITIO		DAP (cm)	ALTURA (m)	AREA DE COPA (m ²)	DENSIDAD DE ARBOLES SEMILLEROS/ha	DENSIDAD TOTAL/ha
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Tecpán, Chimaltenango	MEDIA	42.57	20.38	188.47	50	190
		CV	16.26	9.92	16.19		
	Alaska, Totonicapán	MEDIA	57.43	21.44	107.86	33	80
		CV	17.34	5.68	58.3		
<i>Pinus tecunumanii</i>	Finca Chuacús, B.V.	MEDIA	55.66	32.06	113.7	40	120
		CV	16.37	11.21	43.27		
	Finca San Jerónimo, B.V.	MEDIA	59.23	31.15	114.03	50	230
		CV	22.76	10.16	39.5		
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Jutiapa	MEDIA	39.49	21.98	86.39	50	200
		CV	10.92	14.72	50.81		
	La Brea, Jutiapa	MEDIA	34.89	14.48	8.13	60	150
		CV	17.96	18.55	33.91		
<i>Pinus maximinoi</i>	San Raimundo, Guatemala	MEDIA	52.28	24.32	100.76	33	240
		CV	19.29	9.3	34.09		
	San José Ocaña, Guatemala	MEDIA	58.2	24.5	143.43	40	170
		CV	18.76	10.8	42.27		

C.V. = Coeficiente de variación

En las procedencias de *Pinus pseudostrobus*, las densidades totales varían notoriamente, ya que en Tecpán la densidad es de 190 y en Alaska es de 80, más sin embargo, el área de copa promedio es mucho menor que en la

procedencia que contiene la mayor densidad. Los coeficientes de variación de los promedios de las variables son mucho más amplios en Alaska, esto se debe al grado de disturbación que existe, ya que se pudo constatar que había extracción de leña y madera en el lugar debido a la presión que hay del recurso, por lo cual los árboles son sometidos entre otras cosas, a desrrames, lo que influye en un área de copa menor. Por otro lado, Tecpán posee un grado menor de disturbación, reflejándose en el área de copa mayor; además tiene una densidad más alta lo que provoca una mayor producción por hectárea.

Con respecto a las procedencias de *Pinus tecunumanii* en Guatemala, son consideradas como las mejores en el ámbito mundial. Las características de los árboles de ambas procedencias no poseen muchas diferencias, ya que se encuentran ubicadas en condiciones biofísicas similares. Las diferencias entre ambas radican en el hecho que la Finca Chuacús es un Rodal Semillero (5), es decir ha sido manejado dejando solo árboles con características de árboles semilleros, es por ello que las densidades difieren casi en 50%, y como consecuencia directa, su producción por hectárea.

En las procedencias de *Pinus oocarpa*, las formas de extracción de madera y leña son distintas, y por ello difieren en las características de área de copa y en la producción por hectárea. En San Pedro Pinula, los árboles que tienen las mejores características ya han sido aprovechados. En La Brea, el desrrame es la forma más común de aprovechamiento, es por ello que el área de copa disminuye abruptamente en esta procedencia y no está influenciada por la densidad; como consecuencia la producción de semilla fue baja, pese a que la densidad de árboles semilleros es más alta en esta procedencia.

Para *Pinus maximinoi*, las procedencias tuvieron similares características de DAP y Altura, pero en área de copa disminuye en San Raimundo, debido a que la densidad es mayor, sin embargo, la producción por hectárea es mayor y probablemente es por el grado de disturbación que presenta en menor grado en San Raimundo.

6.1 Producción de Estróbilos y Semillas

6.1.1 Producción de Estróbilos y Semillas por especie

Para la recolección de estróbilos se seleccionaron los árboles semilleros de las clases 1 y 2 de la clasificación de PROSEFOR-CATIE. En esta fase de Producción de estróbilos y semillas, los resultados obtenidos se analizaron por especie, es decir se tomaron los datos de ambas procedencias y se discutieron en conjunto. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los datos obtenidos en la fase de Producción de Estróbilos y Semillas por especie.

Cuadro 5 Producción de estróbilos y semillas de cuatro coníferas en Guatemala. 1997.

ESPECIE		DAP (cm)	ALTURA (m)	AREA DE COPA (m ²)	PESO DE ESTROBILOS (kg)	PESO DE SEMILLAS (kg)	RELACION ESTROBILO/ SEMILLAS kg
<i>Pinus pseudostrobus</i>	MEDIA	55.58	22.63	149.78	40.18	0.469	154.05
	CV	27.30	19.99	41.66	101.11	114.24	79.42
<i>Pinus tecunumanii</i>	MEDIA	57.69	31.54	113.89	11.89	0.044	627.43
	CV	20.68	10.86	40.55	53.99	77.21	171.38
<i>Pinus oocarpa</i>	MEDIA	37.28	18.65	71.94	17.25	94.08	289.85
	CV	16.23	26.62	54.94	53.87	72.82	65.50
<i>Pinus maximinoi</i>	MEDIA	24.56	24.39	117.17	12.36	0.085	159.74
	CV	19.32	9.94	43.74	57.24	49.27	21.18

C.V. = Coeficiente de variación

A. *Pinus pseudostrobus*

Pinus pseudostrobus tiene promedio de DAP de 52.58 cm con una dispersión de los datos del 27.3% y la altura con una media de 22.63 m, con un CV de 19.32%, es decir que las características de los diámetros y las alturas son relativamente similares; sin embargo, las características de las áreas de copas tienen coeficientes de variación de 42%. El promedio de peso de estróbilos por árbol es de 40.18 kg, la producción promedio de semilla por árbol es de 0.4696 kg; puede decirse que para obtener un kilogramo de semilla, es necesario coleccionar 154.05 kg de estróbilos en peso húmedo.

Sin embargo, basándose en los resultados de áreas de copas, es probable que la alta variación obtenida en ésta, pueda incidir en la alta variación que se obtuvo en producción de estróbilos y como consecuencia también la de semilla, pero también, cabe la posibilidad que las distintas densidades que poseen las dos procedencias afecta indudablemente en la producción de estróbilos y semilla en cada una.

B. *Pinus tecunumanii*

En *Pinus tecunumanii*, la media de DAP fue de 57.69 cm con un CV del 20.68%, para las alturas, la media fue de 31.54 m, con un CV de 10.86%; el área de copa tuvo una mayor dispersión de los datos ya que el CV fue de 40.55%, la media de producción de estróbilos fue de 11.89 kg, con un CV del 53.99%, la media de producción de semillas fue de 0.044 kg, con un CV de 77.21%. Se puede ver que las características de DAP y altura fueron similares, pese a ello los resultados de producción tuvieron gran variación. En general, puede decirse que para obtener 1 kg de semilla es necesario coleccionar en peso húmedo 627.43 kg de estróbilos, la relación estróbilos/semilla en esta especie es la más alta que en las demás especies estudiada, esto se debe a que los estróbilos son de un tamaño mucho menor que las demás especies de coníferas y como también éstos contienen mucha semilla vana, es decir que la semilla está vacía. La alta variación entre las variables que se estudiaron posiblemente pueda deberse a las distintas condiciones que presentan las procedencias en estudio; en términos de densidad y manejo, este último debido a que la procedencia Chuacús está siendo sometido a manejo; mientras que la otra procedencia permanece sin manejo.

C. *Pinus oocarpa*:

En general, *Pinus oocarpa*, tiene una media de DAP de 37.28 cm, con un CV del 16.23%; la media de altura está en 18.65 m, con un CV del 26.62%. El área de copa tiene un CV de 54.93%. En función de la producción, la media de estróbilos está en 17.25 kg con un CV de 53.87%; la media de producción de semilla es de 0.094 kg, con un CV de 72.83%. Para llegar a obtener un kilogramo de semilla de esta especie, se necesita coleccionar 289.95 kg de estróbilos en peso húmedo. Pese a la similitud de las características de los árboles que se tomaron para el muestreo, la dispersión de los datos con respecto a la producción, fue amplia. En esta especie en particular, las dimensiones en DAP son menores que las demás especies y entre las características distintivas de los estróbilos, es el contenido de resina en éstos, es mucho mayor que las demás especies, lo que incide en que la apertura de los estróbilos sea más difícil y provoque una disminución en la producción de la semillas y una alta variabilidad en la producción por árbol.

D. *Pinus maximinoi*

Para *Pinus maximinoi*, se obtuvo una media de 54.56 cm de DAP, con un CV del 19.32%; en altura se obtuvo una media de 24.39 m, con un CV del 9.94%; el área de copa tuvo un CV de 43.74%; en semilla, la media por árbol fue de 0.085 kg, con un CV de 49.27%. Puede decirse que para obtener un kilogramo de semilla de *Pinus maximinoi*, es necesario coleccionar 159.74 kg de estróbilos en peso húmedo. Las características de los árboles son similares, ya que se buscaron árboles con características de árboles semilleros, las variables de DAP y altura fueron similares, pese a ello se obtuvieron resultados en producción con una dispersión de los datos, alta. Una de las características distintivas de esta especie que se observó, fue el contenido de agua en los estróbilos fue mayor que en las demás especies estudiadas, como también se observó una mayor incidencia de un formicido que

hace su ciclo en los estróbilos y como consecuencia provoca una disminución en la producción de semilla.

6.1.2 Producción de Estróbilos y Semillas por Procedencia

Se analizó por separado las dos procedencias de cada una de las especies, incluyéndose para cada una, la producción estimada de semilla por hectárea, para su cálculo se tomó en cuenta solamente la densidad de árboles semilleros que tenían semilla. En el Cuadro 6 se presenta un resumen de los datos obtenidos en la misma fase pero son analizados por procedencia.

Cuadro 6. Producción de Estróbilos y Semillas de 4 coníferas por sus procedencias. 1997.

ESPECIE	SITIO		PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)	RELACION ESTROBILO /SEMILLA kg	PRODUCCION (kg/ha)
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Tecpán, Chimaltenango	MEDIA	52.92	0.75	85.35	43.95
		CV	88.21	77.2	70.38	
	Alaska, Totonicapán	MEDIA	23.45	0.16	116.87	9.74
		CV	12.44	106.02	56.93	
<i>Pinus tecunumanii</i>	Finca Chuacús, B.V.	MEDIA	11.88	0.04	484.12	1.57
		CV	50.29	55.86	109.04	
	Finca San Jerónimo, B.V.	MEDIA	11.9	0.05	331.54	2.83
		CV	52.51	75.53	52.81	
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Pinula, Jalapa	MEDIA	39.49	0.13	241.06	7.25
		CV	42.17	68.95	81.03	
	La Brea, Jutiapa	MEDIA	12.26	0.05	253.44	4.15
		CV	53.14	31.98	42.7	
<i>Pinus maximinoi</i>	San Raimundo, Guatemala	MEDIA	14.18	0.09	163.71	30.7
		CV	49.46	45.8	9.3	
	San José Ocaña, Guatemala	MEDIA	9.44	0.08	157.55	2.98
		CV	64.83	55.51	70.69	

C.V. = Coeficiente de variación

A. *Pinus pseudostrobus*

En la procedencia de Tecpán, las variables DAP, y Area de copa, Cuadro 6, posee Coeficientes de variación bajos (16.26% y 16.19% respectivamente) con respecto a las variables que se tomaron en la segunda procedencia de esta especie en Alaska. Para

las condiciones ambientales de Tecpán, Chimaltenango, se puede decir que para producir un Kilogramo de semilla, es necesario colectar 85.35 kg de estróbilos en peso húmedo. La densidad del bosque es de 190 árboles por hectárea, sin embargo la densidad de árboles que se pueden catalogar como padres o semilleros es de 50 y estos pueden llegar a producir hasta 43.95 kg dentro de una hectárea.

En la procedencia de **Alaska**, Totonicapán, la media de las alturas es de 21.44 m, Cuadro 6, con un coeficiente de variación de 5.68%, el cual es más bajo de las dos procedencias de esta especie; bajo las condiciones de Alaska, se necesita colectar 116.87 kg de estróbilos en peso fruto para obtener 1 kg de semilla. La producción por hectárea es de 9.74 kg tomando en cuenta que la densidad de árboles semilleros de 33 árboles por hectárea.

Comparando las producciones de ambas procedencias, se puede ver claramente que la procedencia de Tecpán tiene una mejor producción, con respecto a la procedencia de Alaska; estas diferencias pueden deberse a que las características de densidad de árboles semilleros y a su densidad total; además comparando las áreas de copas, la procedencia de Tecpán tiene el coeficiente de variación bajo, comparado al que se obtuvo en Alaska, y es probable que los árboles pueden producir más estróbilos y semillas a más área foliar; cabe resaltar que las diferencias de área de copa entre estas procedencias pueden deberse a la disturbación que existe dentro de la fuente semillera de Alaska, y como consecuencia de actividades extractivas ilegales que se ejerce sobre la misma; en cambio en Tecpán, posee un grado de disturbación menor y es un bosque mixto con *Quercus* sp. , esto se manifiesta claramente en la producción por hectárea, ya que Tecpán posee una mayor densidad y una mayor producción. Pero también es necesario tomar en cuenta las distintas altitudes que existen entre ambas, Tecpán tiene 2170 msnm, mientras que Alaska supera los 2785 msnm, esto puede influir en las distintas producciones ya que Alaska contiene el límite superior de altura para la distribución normal de estas especies (1).

B. *Pinus tecunumanii*

En la **Finca Chuacús**, se colectaron los estróbilos en un rodal semillero manejado. En este sitio, la media de DAP tiene 55.66 m, Cuadro 6, con un coeficiente de variación de 16.37%, el cual es más bajo para ambas procedencias; con respecto a las variables Altura y Área de Copa, en esta procedencia son los que poseen la dispersión más amplia en las dos procedencias, ya que los coeficientes de variación son 11.21% y 43.27% respectivamente. Por otro lado, existe mucha variación en la media de producción por árbol, ya que en la producción de estróbilos tiene una media de 11.88 kg con un coeficiente de variación de 50.29%, y la media de semilla ya procesada es de 0.04 kg y un coeficiente de variación de 55.86%. En la relación Estróbilo/semilla, bajo las condiciones de la Finca Chuacús, para obtener 1 kilogramo de semilla es necesario colectar 484.12 kilogramos de estróbilos en peso húmedo. La producción por hectárea es de 1.57 kg, en una densidad de 40 árboles semilleros en una hectárea.

Por otro lado, en la **Finca San Jerónimo** es un bosque mixto, con especies como *P. maximinoi* y *Liquidambar styraciflua*, se presenta poco disturbado; el DAP promedio de *P. tecunumanii* es de 59.23 cm, Cuadro 6, con un CV de 22.76%; el promedio de altura es de 31.15 m con un CV del 10.16%; el área de copa tiene un CV de 39.5 m². En función de producción, la media fue de 11.9 kg por árbol, con una dispersión de los datos del 52.51%, que corresponde a 0.05 kg de semilla por árbol con un CV de 75.53%. Puede decirse que para las condiciones de la Finca San Jerónimo, se necesitan 331.54 kilogramos en peso húmedo de estróbilos, para obtener 1 kg de semilla. La producción por hectárea es de 2.83 kg, en una densidad de árboles semilleros de 50 árboles por hectárea, partiendo de una densidad total de 230.

Comparando las dos procedencias, puede verse que el área de copas no tiene muchas variaciones entre ellas, tampoco las producciones de estróbilos y semillas varían mucho. Sin embargo, si existe variación en la producción de semillas por hectárea, la cual es

mayor en la Finca San Jerónimo y es debido a que existe una mayor densidad en ésta, ya que no tiene ningún manejo.

C. *Pinus occarpa*

La procedencia de **San Pedro Pinula**, Jalapa, fue la que presentó menor variación en las variables DAP y altura, (10.92%, 14.72% respectivamente); en lo que se refiere a área de copa, existió más variación con respecto a la procedencia de **La Brea**, (50.81%). Con relación a la producción de estróbilos y semilla ya procesada, tuvieron pocas diferencia comparando los resultados que se obtuvieron con la segunda procedencia. La relación de estróbilos-semilla, es de 241.06:1, es decir, que dentro de las condiciones de San Pedro Pinula, es necesario recolectar 241.06 kg de estróbilos para obtener 1 kg de semilla. La producción por hectárea es de 7.25 kg, en una densidad de 50 árboles semilleros en una hectárea.

Por otro lado, la procedencia **La Brea**, Jutiapa, tiene poca variación para las variables DAP, altura y área de copa, tienen una amplitud moderada en los resultados obtenidos, presentando un coeficiente de variación de 17.96%, 18.55% y 33.91%, respectivamente. En la relación de estróbilos-semilla 235.44 kg son necesarios para obtener 1 kg de semilla, con un coeficiente de variación de 42.7%. La producción por hectárea de 7.2545 kilogramos para San Pedro Pinula y de 4.15 kilogramos; sin embargo, en San Pedro Pinula, la densidad de árboles semilleros es menor que en La Brea, (50 y 60 árboles/ha, respectivamente), cabe la observación que la media de área de copa en La Brea es 10 veces menor que en San Pedro Pinula, puede deberse a que en esta el rodal esté disturbado en menor grado que en La Brea y como consecuencia hay una menor producción de estróbilos y semillas, manifestándose en la producción de semillas individualmente que es más del doble, como también la producción por hectárea la cual está influenciada a su vez por una mayor densidad.

D. *Pinus maximinoi*

En la procedencia de **San Raimundo**, Guatemala, las medias de DAP y altura son de 52.28 y 24.32 m respectivamente y sus respectivos coeficientes de variación son de 18.29 y 9.3%, ambos son los más bajos, en lo que se refiere a esta especie en sus dos procedencias, como también lo son las variables de producción, estróbilos y semillas, las cuales sus medias son de 14.18 kg y 0.9 kg respectivamente. Se puede decir que para las condiciones de San Raimundo, es necesario coleccionar 163.71 kg de estróbilos en peso húmedo para obtener 1 kg de semilla. La producción por hectárea fue de 43.95 kg, obtenida a partir de 50 árboles semilleros por hectárea.

En la procedencia de **San José Ocaña**, la media de producción de estróbilos es de 9.44 kg con un coeficiente de variación de 64.83; en la producción de semilla se obtuvo una media de 0.08 kg con una variación del 70.69%. Se puede decir que para las condiciones de San José Ocaña, se debe coleccionar 157.55 kg de estróbilos en peso húmedo para llegar a obtener 1 kg de semilla. La producción por hectárea es de 9.74 kg con una densidad de árboles semilleros de 33 por hectárea. En San Raimundo se pudo apreciar que el rodal no se encuentra tan disturbado como en San José Ocaña y probablemente esto ha ocasionado una menor producción por hectárea, ya que los árboles preferidos para su tala son aquellos que poseen las características de árboles semilleros, sin embargo la producción por procedencia y por hectárea no poseen mucha variación.

6.2 Rendimiento de Mano de Obra

6.2.1 Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Recolección

En el Cuadro 7, se muestra la producción en cada una de las procedencias, las variables respuesta que se obtuvieron fueron: producción de total estróbilos, como en semilla obtenida; los rendimientos de mano de Obra, en recolección de estróbilos en peso húmedo por hombre y por día; también la media de las horas trabajadas en los tres días consecutivos. En los resultados que se obtuvieron se pudo apreciar que éstos varían de acuerdo a las características físicas de los lugares de recolección, como también a las características de las especies.

A. *Pinus pseudostrobus*:

Se puede apreciar que en los resultados obtenidos en *Pinus pseudostrobus*, en la producción total de semillas, son los valores más altos en todas las especies, esto se debe a que el tamaño de los estróbilos es muy grande en comparación con demás las especies. Sin embargo, se nota mucha diferencia entre los resultados obtenidos en Tecpán, los cuales son cantidades mayores que las obtenidas en Alaska, esto es debido a que en Tecpán las densidades son mucho más altas que en Alaska. No obstante, se puede decir que con las condiciones de Tecpán, en una jornada de trabajo de 4.86 horas, un hombre puede llegar a coleccionar hasta 81.467 kg de estróbilos en peso húmedo, que representa 0.976 kg de semilla. Bajo las condiciones de la procedencia de Alaska, se puede decir que en una jornada de 2.75 horas se pueden llegar a coleccionar hasta 294.4 kg de estróbilos en peso húmedo con 3 técnicos, en tres días consecutivos, lo cual representa llegar a obtener 1.948 kg de semilla; con las mismas horas de trabajo por día, se pueden coleccionar hasta 32.711 kg de estróbilos en peso húmedo por persona, lo que representan 0.216 kg de semilla.

B. *Pinus tecunumanii*:

En la primera procedencia en la Finca Chuacús, se tuvo una media en la jornada de trabajo de 3.58 horas, en las cuales se colectaron un promedio de 15.84 kg de estróbilos en peso húmedo por hombre, lo que representa que se colectó por hombre 0.048 kg de semilla; el total de semilla que se obtuvo en esta procedencia fue de 0.431 kg, con un total de estróbilos en peso húmedo de 142.56 kg.

En la segunda procedencia, Finca San Jerónimo, el total de estróbilos en peso húmedo fue 190.4 kg, procesada esta cantidad, se obtuvo un total de 0.753 kg de semilla. En una jornada de trabajo de 5.65 horas un hombre puede colectar 21.156 kg de estróbilos en peso húmedo, equivalentes a 0.084 kg de semilla. Se puede hacer la observación que los estróbilos de esta especie es de tamaño más reducido entre las especies de coníferas presentes en Guatemala, como también la producción de los mismo es menor, es por ello que de esta especie se obtuvieron las menores cantidades de semilla en comparación con las otras especies.

C. *Pinus oocarpa*:

Durante 3 días consecutivos, en la procedencia de San Pedro Pinula, con un promedio en jornada de trabajo diario de 4.44 horas, se obtuvieron 296.3 kg de estróbilos en peso húmedo, equivalentes a 1.763 kg de semilla. Cada hombre, con las condiciones de esta procedencia, puede llegar a colectar 32.24 kg de estróbilos en peso húmedo, procesando esta cantidad, puede llegarse a obtener 0.196 kg de semilla. En la segunda procedencia, La Brea, Jutiapa, en una media de horas de trabajo diario de 4.57, durante 3 días, se recolectaron 134.82 kg de estróbilos en peso húmedo, equivalentes a 0.589 kg de semilla. Cada hombre puede llegar a colectar hasta 14.98 kg diarios de estróbilos en peso húmedo, lo que representa que cada día se colecta el equivalente a 0.065 kg de semilla.

Cuadro 7 Rendimientos en la fase de Recolección para 4 especies de Coníferas en Guatemala. 1997.

ESPECIE	SITIO	PRODUCCION TOTAL		RENDIMIENTO EN RECOLECCION		
		ESTROBILOS (kg)	SEMILLA (kg)	ESTROBILOS (kg/h/d)	SEMILLA (kg/h/d)	JORNADA (hr/d)
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Tecpán, Chimaltenango	733.20	8.789	81.467	0.976	4.860
	Alaska, Totonicapán	294.40	1.948	32.711	0.216	2.750
<i>Pinus tecumunanii</i>	Finca Chuacús, B.V.	142.56	0.431	15.840	0.048	3.580
	Finca San Jerónimo, B.V.	190.40	0.753	21.156	0.084	5.650
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Pinula, Jalapa	296.30	1.763	32.240	0.196	4.440
	La Brea, Jutiapa	134.82	0.589	14.980	0.065	4.570
<i>Pinus maximinoi</i>	San Raimundo, Guatemala	226.93	1.400	25.214	0.156	5.190
	Finca Sta. Fé Ocaña, Guatemala	94.43	0.790	10.492	0.088	4.730

D. *Pinus maximinoi*.

En San Raimundo, la primera procedencia, durante 3 días consecutivos se colectaron 226.93 kg de estróbilos en peso húmedo, de los cuales se obtuvo un total de 1.4 kg de semilla. El promedio de horas de trabajo diario fue de 5.19 y cada hombre colectó 25.214 de estróbilos, procesada esta cantidad de estróbilos, se puede decir que diariamente se colectaba 0.155 kg. Con las condiciones de Sta. Fé Ocaña, Guatemala, se colectaron 94.43 kg, equivalentes a 0.79 kg de semilla. Cada hombre colectó 10.492 kg de estróbilos en peso húmedo, en un promedio de 4.73 horas de trabajo diario, se puede decir que cada hombre colectó 0.088 kg de semilla.

6.2.2 Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Procesamiento

Este inciso se refiere al requeriente de mano de obra para el procesamiento de los estróbilos colectados en la fase de Recolección. También se hace referencia al tiempo requerido para la limpieza de la semilla. Los resultados que se obtienen en esta fase, dependen directamente de la habilidad y experiencia de quien hace el proceso.

Para las especies *Pinus pseudostrobus*, *P. tecunumanii* y *P. maximinoi*, el procesamiento de sus respectivos estróbilos, fue llevado a cabo en Ciudad de Guatemala; Para la primera procedencia de *Pinus oocarpa*, San Pedro Pinula, Jalapa, el procesamiento se llevó a cabo en San José Pinula, Guatemala, mientras que la semilla procedente de La Brea, Jutiapa, se procesó en Barcenás, Villa Nueva, Guatemala.

En el Cuadro 8, se presentan los resultados del inciso 6.2.2. Los días de secado de cada especie dependerá del contenido de resina y de agua que contienen los estróbilos, estas cantidades son características inherentes de cada especie; el tiempo total del Cuadro 8, hace referencia al tiempo diario que se llevó un hombre en secar determinada cantidad de estróbilos multiplicado por los días de secado; la siguiente columna, (kg/h/d), hace referencia a que cantidad de estróbilos puede un hombre procesar en un día.

Para *Pinus tecunumanii*, la cantidad de días de secado fue mayor en comparación a las demás especies, ya que esta especie tiene la característica que sus estróbilos son pequeños y a la vez contienen poco contenido de agua, lo que evita que se abran con facilidad al calor del sol y así la extracción de la semilla. Para *Pinus maximinoi*, fue la que requirió la menor cantidad de días de secado de los estróbilos, debido a que éstos tienen mucho contenido de agua y al secarse hace que los estróbilos se abran y suelten con facilidad la semilla.

Cuadro 8. Rendimiento de Mano de Obra en Fase de Procesamiento de Estróbilos y Semillas de 4 especies de coníferas en Guatemala. 1997.

SITIO	ESPECIE	CANTIDAD PROCESADA DE ESTROBILOS (kg)	DIAS DE SECADO	PROCESAMIENTO DE ESTROBILOS	
				TIEMPO TOTAL (hr)	kg/h/d *
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Tecpán, Chimaltenango	733.2	25	12.5	58.656
	Alaska, Totonicapán	294.4	25	12.5	23.552
<i>Pinus tecumunani</i>	Fca. Chuacús, B.V.	142.56	30	15	9.504
	Finca San Jerónimo, B.V.	190.4	30	15	12.693
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Pinula, Jalapa	296.3	22	11	26.93
	La Brea, Jutiapa	134.81	22	11	12.26
<i>Pinus maximinoi</i>	San Raimundo, Guatemala	226.93	17	8.5	26.697
	Finca Sta. Fé Ocaña, Guatemala	94.43	17	8.5	11.109

*kg./h/d = kilogramos por hombre por día, es decir la cantidad que un técnico puede procesar en un día.

6.3 Relaciones Alométricas

Las relaciones que se estudiaron fueron: estróbilos en peso húmedo y peso de semilla, área de copa y peso de semilla, DAP y peso de semilla, altura de árbol y peso de semilla. En el Cuadro 9, aparece un resumen de los coeficientes de correlación de cada una de las relaciones alométricas que se propusieron, también sus respectivas probabilidades, por especie.

6.3.1 Relaciones Alométricas por Especie

La relación Peso de estróbilos/peso de semillas, fue la única relación que reportó cierta continuidad en todas las especies, es decir, fue la que resultó con una correlación en todas las especies. Esto se debe a que invariablemente a mayor producción de estróbilos mayor será la producción de semillas. Con respecto a las relaciones DAP/peso de semillas, Altura/peso de semillas y Area de copa/peso de semillas, no se obtuvieron coeficientes de correlación significantes, a excepción en la relación Area de copa/peso de semillas en Tecpán para *Pinus pseudostrabus*, la que obtuvo una significancia de 0.0025 menor a la propuesta que fue de 0.05, es probable que se debe a que el sitio de recolección fue el que presentó menor grado de disturbación que los demás sitios de las otras especies.

Cuadro 9 Coeficientes de Correlación y sus Probabilidades de las relaciones alométricas de la Producción y rendimiento de 4 especies de coníferas en Guatemala. 1997.

ESPECIE		DAP/Peso de semillas	Altura/peso de semillas	Area de Copa/peso de Semillas	Peso de Estróbilos/Peso de Semillas
<i>Pinus pseudostrabus</i>	COEFICIENTE	-0.2515	0.1260	0.5778	0.8521
	PROBABILIDAD	0.2252	0.5483	0.0025	0.0001
<i>Pinus tecunumanii</i>	COEFICIENTE	-0.2222	-0.618	0.0705	0.5923
	PROBABILIDAD	0.2653	0.7593	0.7269	0.0011
<i>Pinus oocarpa</i>	COEFICIENTE	0.2917	0.4806	0.1245	0.4577
	PROBABILIDAD	0.1724	0.0150	0.5530	0.0214
<i>Pinus maximinoi</i>	COEFICIENTE	0.0618	-0.1206	-0.2439	0.4142
	PROBABILIDAD	0.7639	0.5572	0.2297	0.0354

6.3.2 Relaciones Alométricas por Procedencia

Las relaciones de DAP con peso de semillas, DAP con peso de semillas, Altura con peso de semillas y Area de copa/peso estadísticamente no tuvieron ninguna correlación, con excepción de la relación DAP/ peso de semillas para *Pinus maximinoi*, en la procedencia de San Raimundo, la que obtuvo una probabilidad del 0.0088.

Se puede apreciar en el Cuadro 10, que las relaciones alométricas referidas al peso de estróbilos con peso de semilla, fueron las que tuvieron la probabilidad más alta, que estuviesen correlacionadas, ya que éstas se compararon con una probabilidad del 0.05. En *Pinus maximinoi*, no se tuvo una adecuada probabilidad, pueda deberse a que se observó la presencia abundante de un insecto formicido, el cual cumple su ciclo de vida en los estróbilos femeninos y se alimenta de las semillas, provocando la disminución en la producción de semillas, lo mismo puede decirse para *Pinus oocarpa*, para la procedencia de San Pedro Pinula, Jalapa. El Cuadro 10, muestra un resumen de los coeficientes de correlación de cada una de las relaciones.

Cuadro 10. Coeficientes de correlaciones para las relaciones propuestas.

ESPECIE	SITIO		DAP/PESO DE SEMILLA	ALTURA/ PESO DE SEMILLA	AREA DE COPA /PESO DE SEMILLA	PESO DE ESTRÓBILOS /PESO DE SEMILLA
Pinus pseudostrobus	Tecpán Chimaltenango	Coeficiente	-0.06	0.07	0.44	0.8900
		Probabilidad	0.74	0.81	0.13	0.0001
	Alaska, Totonicapán	Coeficiente	-0.18	-0.20	0.55	0.1800
		Probabilidad	0.85	0.92	0.55	0.0120
Pinus tecunumanii	Fca. Chuacús, B.V.	Coeficiente	-0.18	-0.48	0.53	0.5500
		Probabilidad	0.30	0.87	0.66	0.0071
	Fca. San Jerónimo, San Jerónimo, B.V.	Coeficiente	0.28	-0.04	-0.12	0.6400
		Probabilidad	0.30	0.88	0.66	0.0071
Pinus oocarpa	San Pedro Pinula, Jalapa	Coeficiente	0.24	0.45	-0.15	0.2370
		Probabilidad	0.39	0.481	0.60	0.4132
	La Brea, Jutiapa	Coeficiente	0.44	-0.262	0.12	0.6610
		Probabilidad	0.17	0.4355	0.72	0.0233
Pinus maximinoi	San Raimundo, Guatemala	Coeficiente	0.62	0.077	0.21	0.5770
		Probabilidad	0.0088	0.7934	0.49	0.0173
	San José Ocaña, Guatemala	Coeficiente	-0.57	-0.337	-0.56	0.14
		Probabilidad	0.09	0.338	0.09	0.72

6.4 Análisis de la Calidad Física de la Semilla Recolectada

En el Cuadro 11, se presentan los resultados obtenidos en los distintos análisis de laboratorio; estos análisis se hicieron en el laboratorio del Banco de Semillas Forestales, en Ciudad de Guatemala.

6.4.1 Porcentaje de Humedad

Se pueden apreciar que los contenidos de humedad para todas las especies, están entre 8 y 10%, los cuales están dentro del rango para esta especie, este rango es de 7 a 11%, dato obtenido basándose en pruebas hechas en el laboratorio del BANSEFOR.

6.4.2 Porcentaje Pureza

Cabe resaltar que en lo correspondiente al porcentaje de pureza, los resultados obtenidos dependieron de la destreza y experiencia de la persona que procesó los estróbilos. Los resultados obtenidos se pueden considerar buenos, ya que el Porcentaje de Pureza indica el contenido de materia inerte que contiene la semilla, y todos los resultados poseen más del 95% de pureza.

6.4.3 Número de Semillas por kilogramo

Las semillas de *Pinus pseudostrobus*, son las que tienen la menor cantidad de semillas por kilogramo, esto se debe a que físicamente, estas semillas son mucho más grandes y con mayor peso que las semillas de las otras especies de coníferas evaluadas en esta investigación. La especie que muestra una mayor cantidad de semillas por kilogramo *Pinus maximinoi*.

Cuadro 11 Análisis de Calidad física de Semillas de las especies estudiadas.

ESPECIE	SITIO	PORCENTAJE HUMEDAD	PORCENTAJE PUREZA	NUMERO SEMILLA/ kg	PORCENTAJE GERMINACIÓN	NUMERO SEMILLAS VIABLES/kg	ENERGIA GERMINATIVA (días)
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Tecpán, Chimaltenango	9.592	99.573	37,080	94.8	35,152	18
	Alaska, Totonicapán	9.42	99.029	34,977	88.3	30,885	18
<i>Pinus tecunumanii</i>	Fca. Chuacús, B.J.	8.844	98.368	105,708	55.3	58,456	17
	Fca. San Jerónimo, B.J.	8.267	97.977	87,873	74	65,026	12
<i>Pinus oocarpa</i>	San Pedro Pinula, Jalapa	9.424	95.68	91,827	67.8	62,259	8
	La Brea, Jutiapa	8.608	96.262	62,657	68.8	43,108	5
<i>Pinus maximinoi</i>	San Raimundo, Guatemala	8.235	97.023	144,927	46.8	67,825	24
	San José Ocaña, Guatemala	8.156	96.845	97,847	53.5	52,348	24

6.4.4 Porcentaje de Germinación

El porcentaje de germinación es uno de los datos más importantes en la adquisición de semilla, ya que con este dato se determina que porcentaje se espera que germine de la cantidad de semilla que se tenga. *Pinus pseudostrobus*, fue la especie que obtuvo los valores más altos de porcentaje de germinación en este estudio (94.8 y 88.3%); *Pinus maximinoi*, fue la que presentó en menor porcentaje de germinación (46.8 y 53.5%). Esto en término sencillos quiere decir que se necesitará adquirir mayor cantidad de semilla de *P. maximinoi* que *P. pseudostrobus*, que para reforestar la misma área.

Este resultado se obtuvo de multiplicar el porcentaje de germinación en decimales, por el número de semillas por kilogramo; las especies que presentan las semillas de menor tamaño y menor peso fueron *Pinus tecunumanii* y *P. maximinoi*, pero el número de semillas viables por kilogramo es bajo, en comparación al número de semillas por kilogramo que se obtuvo, esto se debe a que sus porcentajes de germinación son bajos.

6.4.5 Energía Germinativa

La energía germinativa indica el día cuando se ha germinado la más del 75% de las semillas en germinación. *Pinus oocarpa* es la especie que posee la energía germinativa más alta ya que tiene menor cantidad de días para germinar la mayoría de la semilla; *Pinus maximinoi* es la especie de coníferas estudiadas en esta investigación, que tiene la energía germinativa más baja, ya que necesita 24 días para que germine la mayoría de las semillas de esta especie. En los resultados obtenidos la especie más precoz es la *Pinus oocarpa*.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- 7.1.1 El rendimiento de semilla para *P. pseudostrobus* fue de 1.948 a 8.789 kg/árbol y de 19.7 a 43.9 kg/ha; para *P. tecunumanii* 0.039 a 0.471 kg/árbol y 1.5 a 2.8 kg/ha; para *P. oocarpa* 0.12 a 0.05 kg/árbol y 4.1 a 7.2 kg/ha; para *P. maximinoi* 0.079 a 0.09 kg/árbol y de 2.9 a 3.0 kg/ha.
- 7.1.2 El rendimiento de semilla para *P. pseudostrobus* en Tecpán fue de 0.11 a 2.2 kg/árbol y de 43.95 kg/ha, en Alaska se obtuvo 0.06 a 0.26 kg/árbol y 9.74 kg/ha; para *P. tecunumanii* en Finca Chuacús B.V. fue de 0.01 a 0.08 kg/árbol 1.57 kg/ha, en Fca. San Jerónimo fue de 0.01 a 0.15 kg/árbol y 2.83 kg/ha; para *P. oocarpa* en San Pedro Pinula se obtuvo 0.026 a 0.255 kg/árbol y 7.25 kg/ha, en La Brea 0.023 a 0.086 kg/árbol y 4.15 kg/ha; para *P. maximinoi* en San Raimundo 0.02 a 0.13 kg/árbol y 3.07 kg/ha, San José Ocaña fue de 0.04 a 0.79 kg/árbol y 2.98 kg/ha.
- 7.1.3 Para llegar a proporcionar un kilogramo de semilla se necesita coleccionar en peso fresco de *Pinus pseudostrobus* de 85.35 a 116.87 kg; *P. tecunumanii* de 331.54 a 484.12 kg; para *Pinus oocarpa* 241.06 a 253.44 kg, y para *Pinus maximinoi* de 157.55 a 163.71 kg
- 7.1.4 El rendimiento de mano de obra en la fase de recolección, es afectado por las características de las procedencias, entre éstas se puede mencionar las características de los estróbilos y a densidad de los árboles semilleros.
- 7.1.5 El requerimiento de mano de obra en la fase de procesamiento se ve afectada por el tamaño de los estróbilos de cada especie y su contenido de humedad. El orden de las especies de acuerdo a menor a mayor requerimiento de mano de obra es: fue de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus tecunumanii*.

- 7.1.6 Existe correlación entre las variables peso de semillas con peso de estróbilos al menos para una procedencia de cada una de las especies estudiadas.
- 7.1.7 El porcentaje de humedad en *Pinus pseudostrobus* varía entre 9.4 a 9.6, en *P. tecunumanii* entre 8.2 a 8.8, en *P. oocarpa* entre 8.6 a 9.4 y en *P. maximinoi* entre 8.1 a 8.2%.
- 7.1.8 El porcentaje de germinación en *Pinus pseudostrobus* varía entre 88.3 a 95.6, en *P. tecunumanii* entre 55 a 74, en *P. oocarpa* entre 67 a 68 y en *P. maximinoi* entre 46 a 53%.
- 7.1.9 La especie más precoz en germinación es *Pinus oocarpa*, germinando la mayoría de semilla entre los 5 y 8 días de la siembra.
- 7.1.10 El porcentaje de pureza depende directamente de la destreza y experiencia del técnico que la procesa.

7.2 RECOMENDACIONES

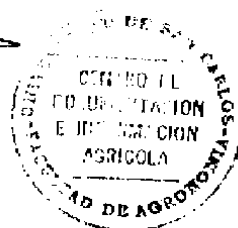
- 7.2.1 Dar seguimiento a los estudios de rendimiento de semillas en especies de coníferas de Guatemala, por varios años, ya que se sabe que las coníferas poseen un ciclo de producción, de 2 a 4 años; sin embargo se sabe muy poco sobre estos ciclos.
- 7.2.2 En el procesamiento de semillas, se recomienda utilizar métodos más mecanizados, ya que actualmente, todo el proceso se hace manualmente.
- 7.2.3 Para el secado de estróbilos, se recomienda utilizar hornos, debido a que en esta fase se depende mucho de buenas condiciones del tiempo.
- 7.2.4 Para el seguimiento del estudio de relaciones alométricas, se debe tomar en cuenta algunas otras variables como por ejemplo las densidades de las procedencias, características edadofológicas, altitud y el efecto de los insectos que utilizan los estróbilos como hábitat, alimento y medio de reproducción, como también algunas variables meteorológicas como humedad relativa, radiación solar y precipitación.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, I. 1961. Pinos de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 33 p.
2. BUCH TEXAJ, M.S. 1992. Manual sobre el proceso de análisis de semillas forestales. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 20p.
3. _____. 1997. Procedimiento para calcular el valor germinativo. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Banco de Semillas Forestales. 4 p.
4. CRUZ, J.R. de la 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. DIAVANSHIR, K.; POURBELIK, H. 1976. Germination value a new formula. *Silvae Genetica*. (EE.UU.) 25 (2):79-83.
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA. 1964. Mapa topográfico de Guatemala; hoja cartográfica Chiquimula no. 2260 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
7. _____. 1964. Mapa topográfico de Guatemala; hoja cartográfica Jalapa no. 2259 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
8. _____. 1964. Mapa topográfico de Guatemala; hoja cartográfica Laguna de Ayarza no. 2159 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
9. _____. 1964. Mapa topográfico; hoja cartográfica Laguna de Retana no. 2159 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
10. _____. 1964. Mapa topográfico; hoja cartográfica Oratorio no. 2158 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
11. _____. 1964. Mapa topográfico; hoja cartográfica San Diego no. 2260 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
12. _____. 1964. Mapa topográfico; hoja cartográfica Tecpán no. 2060 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
13. _____. 1964. Mapa topográfico; hoja cartográfica Totonicapán no. 1960 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1973. Mapa topográfico; hoja cartográfica San Jerónimo no. 2161 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
15. _____. 1983. Mapa topográfico; hoja cartográfica San Juan no. 2060 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
16. _____. 1977. Mapa climático preliminar de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1/1000000. Guatemala. Color.
17. HONDURAS. ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS FORESTALES. 1981. Recolección de semillas forestales. Tegucigalpa, Honduras. 67 p.
18. MENSEN, F. 1990. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. *II*: Curso sobre selección y manejo de fuentes semilleras (1997, Guatemala). Memoria. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Banco de Semillas Forestales; CATIE, PROSEFOR. s.p.

19. _____ 1997. Establecimiento y manejo de fuentes semillas. *Itz*: Curso sobre Selección y manejo de fuentes semilleras (1997, Guatemala). Memoria. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Banco de Semillas Forestales; CATIE, PROSEFOR. s.p.
20. ORDOÑEZ AGUILAR, W. 1984. Producción y conservación de semilla de 3 especies de *Pinus* importantes en Guatemala: (*Pinus oocarpa* Schide; *P. maximinoi* H.E. Moore; *P. caribaea* var. *hondurensis* Bar y Golf). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 63 p.
21. PLAN DE ACCION FORESTAL PARA GUATEMALA. 1996. Grupo subsectorial forestal, datos básicos del sector forestal (actualización 1995/1996). Boletín Informativo. (Gua)/no. 1:6-5
22. WILLAN, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, Italia, FAO. Estudio Fao: no 20/2. 200 p.
23. VALLE, M.A.; JARA, L.F. 1994. Producción y rendimiento de semillas de diez especies forestales tropicales. Costa Rica, CATIE, PROSEFOR. 20 p.

Vo. Bo.
P. Valle



APENDICE

Cuadro12A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus pseudostrobus* en la procedencia de Tecpán, Chimaltenango.

SITIO FINCA ALTITUD	Tecpán		ESPECIE		Pinus pseudostrobus				
	2200		FECHA		70197				
			CODIGO		P1				
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
			Norte-Sur	Este-Oeste					
P7I1	39.00	28.50	15.25	13.36	160.72	28.20	0.11		
P8I1	43.10	20.68	13.15	13.35	137.89	22.60	0.34		
P12I1	52.90	28.10	15.10	15.80	187.48	44.60	0.68		
P18I1	37.00	20.50	12.00	14.80	141.03	34.80	0.78		
P19I1	46.00	22.50	12.70	16.05	162.30	31.00	0.19		
P1I1I	61.70	22.00	15.90	15.40	192.36	6.00	0.17		
P10I1I	59.20	22.50	15.00	16.15	190.52	19.00	0.31		
P13I1I	56.50	25.50	18.55	16.40	239.84	139.80	1.49		
P15I1I	45.30	23.00	17.90	16.80	236.42	10.40	0.43		
P18I1I	37.60	23.50	14.30	17.90	203.58	29.00	1.17		
P19I1I	53.50	24.50	15.00	16.00	188.69	86.40	0.73		
P20I1I	48.60	23.50	15.60	17.30	212.53	114.50	1.26		
P21I1I	44.90	23.70	15.16	16.50	196.81	156.80	2.12		
MEDIA	42.57	20.38	12.49	14.20	188.47	52.92	0.75		
CV	16.26	9.92	11.72	8.19	16.19	88.21	77.20		
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m²)	PESO DE FRUTOS (kg)	No. DE ARBOLES	No. DE OPERARIOS	JORNADA (Horas)
1	43.60	24.06	13.64	14.67	157.39	32.24	5.00	3.00	5.50
2	52.30	23.50	16.11	16.44	208.03	48.43	6.00	3.00	5.75
3	46.75	23.60	15.38	16.90	204.60	135.65	2.00	3.00	3.33
MEDIA	48.10	23.73	15.05	15.83	185.00	55.62	4.33	3.00	4.86

Cuadro 13A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus pseudostrobus* en la procedencia de Alaska, Totonicapán.

SITIO		Alaska	ESPECIE		Pinus pseudostrobus				
FINCA			FECHA		210197				
ALTITUD		2785	CODIGO		P2				
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
			Norte-Sur	Este-Oeste					
P1IV2	33.10	18.75	8.50	9.75	65.40	15.60	0.10		
	40.40	16.00	8.30	5.00	34.73	24.60	0.11		
P1III2	77.00	30.50	16.50	14.00	182.65	14.80	0.08		
P2III2	48.00	17.50	18.60	16.30	239.16	17.00	0.68		
P3III2	77.90	29.50	10.80	12.80	109.36	24.20	0.05		
P4III2	71.60	28.00	13.30	12.10	126.68	17.60	0.04		
P1II2	66.50	12.50	10.20	8.70	70.14	15.20	0.07		
P2II2	35.00	14.50	10.80	11.30	95.90	19.00	0.07		
P3II2	86.90	24.50	10.30	18.80	166.27	58.20	0.21		
P4II2	54.10	23.50	9.60	7.00	54.11	37.80	0.26		
P5II2	53.70	22.00	12.85	8.50	89.50	11.80	0.06		
P6II2	45.00	20.00	7.25	10.30	60.48	25.60	0.23		
MEDIA	57.43	21.44	11.42	11.21	107.86	23.45	0.11		
CV	17.34	5.68	3.23	3.74	58.30	12.44	64.94		
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
			Norte-Sur	Este-Oeste					
1	36.75	17.38	8.40	7.38	48.86	20.10	2.00	3.00	1.16
2	68.63	26.38	14.80	13.80	160.61	18.40	4.00	3.00	5.02
3	56.87	19.50	10.17	10.77	86.04	27.93	6.00	3.00	2.75
MEDIA	57.43	21.44	11.42	11.21	107.86	23.45	4.00	3.00	2.98

Cuadro 14A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus tecunumanii*, en la procedencia Fca. Chuacús, Baja Verapaz.

SITIO	San Jerónimo	ESPECIE	<i>Pinus tecunumanii</i>						
FINCA	Chuacús	FECHA	280197						
ALTITUD	1780	CODIGO	T1						
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
			Norte-Sur	Este-Oeste					
T311	46.20	38.00	15.90	17.30	216.42	9.00	0.06		
T611	49.30	29.50	11.30	16.30	149.57	11.80	0.02		
T1111	70.00	33.00	9.60	5.30	43.59	7.40	0.03		
T1211	58.60	32.50	14.20	12.60	141.03	4.00	0.03		
T13/1	75.10	32.00	10.00	15.15	124.20	11.00	0.04		
T14/1	43.00	31.50	14.70	10.30	122.72	23.60	0.06		
T15/1	55.10	32.00	14.30	14.70	165.13	15.00	0.08		
T16/1	58.60	38.00	7.50	5.80	34.73	6.00	0.01		
T17/1	57.00	32.00	11.55	9.15	84.13	9.00			
T18/1	47.70	28.00	10.70	12.90	109.36	13.20	0.01		
T19/1	49.70	33.75	9.30	10.70	78.54	9.00	0.04		
T20/1	57.60	24.50	13.00	9.00	95.03	23.60	0.06		
MEDIA	55.66	32.06	11.84	11.60	113.70	11.88	0.04		
CV	16.37	11.21	20.84	32.26	43.27	50.29	55.86		
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
			Norte-Sur	Este-Oeste					
1	56.03	33.25	12.75	12.88	128.93	8.05	4.00	3.00	2.75
2	57.95	33.38	11.63	11.49	104.89	16.53	4.00	3.00	3.92
3	53.00	29.56	11.14	10.44	91.40	13.70	4.00	3.00	4.08
MEDIA	55.66	32.06	11.84	11.60	113.70	12.42	4.00	3.00	3.58

Cuadro 15A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus tecunumanii* en la procedencia Fca San Jerónimo, Baja Verapaz.

SITIO	San Jerónimo, B.V.	ESPECIE	Pinus tecunumanii							
FINCA	San Jerónimo	FECHA	290197							
ALTITUD	1495	CODIGO	T2							
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)			
			Norte-Sur	Este-Oeste				NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
T5I2	43.00	28.00	10.50	8.90	73.90	3.00	0.03			
T6I2	64.00	34.50	7.50	12.60	79.33	12.60	0.06			
T13I2	59.00	32.50	6.90	7.40	40.15	7.40	0.06			
T19I2	58.90	32.00	10.70	20.20	187.48	20.20	0.15			
T23I2	58.90	34.60	9.30	12.20	90.76	12.20	0.08			
T24I2	62.10	36.00	10.80	12.00	102.07	12.00	0.03			
T25/2	45.80	30.00	8.50	14.00	99.40	14.00	0.03			
T26/2	59.50	28.00	16.90	8.20	123.70	8.20	0.02			
T27/2	77.30	28.00	15.40	10.80	134.78	10.80	0.02			
T28/2	70.00	28.00	16.20	13.20	169.72	13.20	0.04			
T29/2	60.80	35.00	11.30	14.80	133.76	6.00	0.01			
T30/2	50.90	29.00	14.50	13.15	150.11	13.00	0.02			
T31/2	91.40	33.00	14.50	16.90	193.59	14.00	0.02			
T32/2	49.30	28.75	7.85	6.10	38.21	30.00	0.10			
T33/2	64.90	35.00	19.00	5.30	115.94	4.00	0.01			
T34/2	31.80	26.00	12.90	8.70	91.61	9.80	0.07			
MEDIA	59.23	31.15	12.05	11.53	114.03	11.90	0.05			
CV	22.76	10.16	29.67	33.59	39.50	52.51	75.53			
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (cm)		AREA DE COPA (m²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)	
			Norte-Sur	Este-Oeste						
1	57.65	32.93	9.28	12.22	90.76	11.23	6.00	3.00	5.83	
2	63.15	28.50	14.25	11.55	130.70	11.55	4.00	3.00	4.58	
3	58.18	31.13	13.34	10.83	114.67	12.80	6.00	3.00	6.55	
MEDIA	59.23	31.15	12.05	11.53	114.03	11.90	5.33	3.00	5.65	

Cuadro 16A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus oocarpa* en la procedencia de San Pedro Pinula, Jalapa.

SITIO	San José Pinula, Jalapa		ESPECIE	Pinus oocarpa					
FINCA	El Pinalón		FECHA	250297					
ALTITUD	1155		CODIGO	01					
CODIGO	DAP	ALTURA	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
	(cm)		(m)	Norte-Sur				Este-Oeste	
O1/1	46.20	20.00	16.90	17.80	236.42	29.09	0.07		
O2/1	41.40	18.20	11.30	11.00	97.64	34.32	0.05		
O3/1	40.10	17.50	9.40	11.50	85.77	14.55	0.03		
O5/1	33.70	20.25	10.10	9.80	77.76	35.68	0.12		
O6/1	39.20	17.50	10.00	8.50	67.20	30.00	0.24		
O9/1	39.50	25.00	10.30	11.90	96.77	27.27	0.17		
O11/1	43.00	23.50	10.10	8.00	64.33	27.27	0.22		
O8/1	41.40	24.00	10.30	10.80	87.42	15.00	0.26		
O12/1	37.90	19.00	10.00	9.30	73.14	11.14	0.10		
O14/1	36.60	23.00	8.00	9.40	59.45	16.82	0.05		
O18/1	29.30	21.50	7.00	7.90	43.59	8.19	0.07		
O19/1	46.20	24.50	11.70	8.20	77.76	20.91	0.17		
O20/1	40.10	28.50	10.00	8.50	67.20	10.23	0.06		
O21/1	38.20	25.25	10.70	8.85	75.05	15.91	0.15		
MEDIA	39.49	21.98	10.41	10.10	86.39	39.49	125.94		
CV	10.92	14.72	20.50	24.61	50.81	42.17	58.95		
DIA	DAP	ALTURA	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
	(cm)		(m)	Norte-Sur					
1	43.80	19.10	14.10	14.40	159.48	48.36	2.00	3.00	1.15
2	39.26	20.96	10.03	9.97	78.54	22.99	7.00	3.00	6.92
3	38.08	24.55	9.48	8.57	63.97	14.41	5.00	3.00	5.25
MEDIA	39.49	21.98	10.41	10.10	86.39	39.49	4.67	3.00	4.44

Cuadro 17A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus oocarpa* en la procedencia de La Brea, Jutiapa.

SITIO	La brea, Jutiapa	ESPECIE	<i>Pinus oocarpa</i>						
FINCA	Selva Pinares	FECHA	40397						
ALTITUD	1350	CODIGO	O2						
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
			Norte-Sur	Este-Oeste					
O1I2	21.65	15.00	10.20	10.80	86.59	26.33	86.50		
O2I2	29.60	12.50	8.20	6.30	41.28	11.80	62.30		
O12I2	33.10	15.75	6.90	7.00	37.94				
O14I2	35.01	17.50	7.70	8.00	48.40	14.07	49.10		
O15I2	34.38	21.50	8.80	9.10	62.91	8.17	23.20		
O1II2	41.38	14.00	8.60	9.70	65.76				
O9II2	35.33	14.50	7.00	9.00	50.27	23.15	67.40		
O11II2	40.11	11.50	9.10	8.20	58.77	8.17	24.40		
O2III2	35.01	13.50	6.75	7.00	37.12	8.17	59.50		
O9III2	45.20	16.00	11.80	9.10	85.77	14.07	55.30		
O15III2	32.47	11.50	6.00	4.30	20.83	4.54	56.40		
O16III2	27.37	12.00	7.60	7.50	44.77	8.17	48.50		
O17/2	42.97	13.00	7.00	9.30	52.17	8.17	56.40		
						134.81	589.00		
MEDIA	34.89	14.48	8.13	8.10	8.13	12.26	53.55		
CV	17.96	18.55	18.80	20.14	33.91	53.14	31.98		
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
			Norte-Sur	Este-Oeste					
1	51.25	27.50	18.40	17.10	247.45	17.20	2.00	3.00	2.25
2	36.55	15.79	8.02	8.50	53.56	11.92	6.00	3.00	5.37
3	36.61	13.20	7.83	7.44	45.78	8.72	5.00	3.00	6.08
MEDIA	34.89	14.48	8.13	8.10	8.13	12.26	4.33	3.00	4.57

Cuadro 18A Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus maximinoi* en la procedencia de San Raimundo, Guatemala.

SITIO	San Raimundo	ESPECIE	<i>Pinus maximinoi</i>						
FINCA	Los Martínez	FECHA	110397						
ALTITUD	1480	CODIGO	M1						
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
			Norte-Sur	Este-Oeste					
M1/1	57.30	26.50	9.00	8.00	56.75	17.00	0.13		
M2/1	37.56	24.50	11.50	10.70	96.77	14.98	0.08		
M3/1	45.20	22.50	9.50	8.70	65.04	2.27	0.02		
M4/1	38.20	24.00	10.10	11.40	90.76	6.54	0.07		
M5/1	54.11	22.00	9.30	8.80	64.33	12.71	0.09		
M6/1	42.65	25.25	10.00	11.70	92.46	4.99	0.05		
M10/1	42.97	26.00	7.60	9.80	59.45	12.71	0.06		
M13/1	57.30	30.50	14.00	11.20	124.69	11.80	0.11		
M16/1	61.75	24.75	15.30	11.00	135.81	16.80	0.19		
M21/1	68.44	22.00	13.30	13.70	143.14	22.70	0.12		
M11/1	57.30	24.80	12.40	13.60	132.73	14.98	0.06		
M21/1	47.75	24.00	11.30	13.50	120.76	10.90	0.08		
M8/1	58.89	22.00	13.10	13.90	143.14	20.88	0.08		
M5/1	44.56	25.00	11.30	11.80	104.77	7.26	0.06		
M12/1	58.89	21.25	7.30	7.80	44.77	23.17	0.13		
M21/1	63.66	24.00	13.70	12.70	136.85	27.24	0.09		
						226.93	1.42		
MEDIA	52.28	24.32	11.17	11.14	100.76	14.18	0.09		
CV	17.71	9.01	20.35	17.88	33.01	47.89	100.00		
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
			Norte-Sur	Este-Oeste					
1	45.84	24.13	9.90	9.88	76.85	9.75	6.00	2.00	5.25
2	55.92	25.34	12.32	12.13	117.38	15.80	6.00	2.00	6.12
3	56.50	23.06	11.35	11.55	102.97	17.90	4.00	2.00	4.20
MEDIA	52.28	24.32	11.17	11.14	100.76	14.18	5.33	2.00	5.19

Cuadro 19A. Boleta de campo en la fase de Recolección de *Pinus maximinoi* en la procedencia de San José Ocaña, Guatemala.

SITIO	Santa Fé Ocaña, San Juan Sacatepéquez				ESPECIE	Pinus maximinoi			
FINCA	San José Ocaña				FECHA	180397			
ALTITUD	1836				CODIGO	M2			
CODIGO	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	PESO DE SEMILLA (kg)		
			Norte-Sur	Este-Oeste					
M3I2	75.00	27.00	15.00	15.15	178.49	9.08	0.04		
M8I2	62.00	25.50	18.10	13.00	189.91	9.08	0.05		
M14I2	76.40	30.00	19.00	17.80	265.90	10.90	0.03		
M6II2	48.06	23.00	13.10	10.40	108.43	1.82	0.13		
M10II2	53.79	25.00	13.00	10.80	111.22	13.62	0.06		
M12II2	58.89	24.00	8.80	11.15	78.15	2.72	0.13		
M17II2	63.66	21.00	15.40	15.50	187.48	2.72	0.03		
M20II2	52.52	21.50	12.60	12.20	120.76	11.80	0.14		
M7/1	51.88	26.00	13.80	13.60	147.41	23.61	0.13		
M8/1	39.79	22.00	8.20	7.20	46.57	9.08	0.06		
						94.43	0.79		
MEDIA	58.20	24.50	13.70	12.68	143.43	9.44	0.08		
CV	18.76	10.80	24.03	22.66	42.27	64.83	55.51		
DIA	DAP (cm)	ALTURA (m)	DIAMETRO DE COPA (m)		AREA DE COPA (m ²)	PESO DE FRUTOS (kg)	NUMERO DE ARBOLES	NUMERO DE OPERARIOS	JORNADA (horas)
			Norte-Sur	Este-Oeste					
1	65.37	26.38	16.30	14.09	181.31	9.69	4.00	2.00	5.08
2	57.22	22.88	12.45	12.41	121.37	5.22	4.00	2.00	4.25
3	45.84	24.00	11.00	10.40	89.92	14.83	2.00	2.00	4.85
MEDIA	58.20	24.50	13.70	12.68	143.43	9.44	3.33	2.00	4.73

APENDICE 20A. CLASIFICACION DE CATIE-PROSEFOR**Clase 1. Arboles Excelentes:**

Dominantes o codominantes, rectos, sin bifurcaciones, de ramas delgadas, sanos y vigorosos. Conformarán la población final del rodal semillero.

Clase 2. Arboles Buenos.

Dominantes o codominantes, sin bifurcaciones bajas, con leves defectos en el fuste o en la copa. Algunos o todos podrían permanecer en el rodal si no hay suficientes en la categoría anterior.



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

Ref. Sem. 009-98

LA TESIS TITULADA: "RENDIMIENTO DE SEMILLA DE CUATRO ESPECIES DE CONIFERAS
Y REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN SU PROCESAMIENTO
EN GUATEMALA".

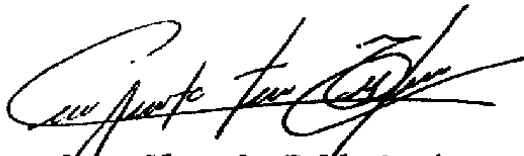
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GUILLERMO ALEJANDRO RUANO CHAMALE

CARNET No: 90-14187

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter García Tello
Ing. Agr. Jorge Raúl Escobar S.
Dr. Carlos Alfonso Orozco C.

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.

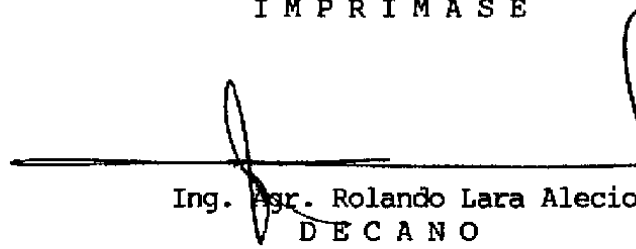

Ing. M.Sc. Edwin B. Cano Morales
A S E S O R


Ing. Agr. César A. Telón Donis
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
D E C A N O



cc:Control Académico
Archivo
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770