

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINABETE EN VIVERO (*Abies guatemalensis* Rehder) EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA



LUIS ROBERTO GODÍNEZ OROZCO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINABETE EN VIVERO (*Abies guatemalensis* Rehder) EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta directiva

de la

Facultad de Agronomía

Por

LUIS ROBERTO GODÍNEZ OROZCO

En el Acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

En el Grado Académico de

LICENCIADO

Guatemala, Noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. FRANCISCO JAVIER VASQUEZ VASQUEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO	MSc. DANILO ERNESTO DARDON AVILA
VOCAL CUARTO	Br. RIGOBERTO MORALES VENTURA
VOCAL QUINTO	Br. MIGUEL ARMANDO SALAZAR
SECRETARIO	MSc. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, Noviembre de 2008

Guatemala, noviembre de 2008

Honorable Junta Directiva
Honorable tribunal examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

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 su consideración el trabajo de tesis titulado:

MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINABETE EN VIVERO (*Abies guatemalensis* Rehder) EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA.

Presentado como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

En espera que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, mees grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

Luis Roberto Godínez Orozco

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

MIS PADRES

Daniel E. Godínez V. y Carlota D. Orozco F. Como una mínima recompensa a los grandes esfuerzos y sacrificios realizados para mi superación, así como el amor y apoyo que siempre me han demostrado.

MIS HERMANOS

Blanca Elizabeth, Beatriz Eugenia (QEPD) y Carlos Humberto por su incondicional apoyo.

MI HIJO

Luis Eduardo

MIS ABUELOS

Clemente Godínez, Gregoria Velásquez, Luis Orozco e Irene Fuentes. (Q.E.P.D.)

MIS TIOS

En especial a Sofía Godínez

MIS PRIMOS

MIS CUÑADOS

MIS SOBRINOS

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional

Mi hermano por su colaboración y apoyo en la culminación de esta tesis

Mis asesores Ing. Agr. José Pablo Prado Córdoba e Ing. Agr. René Israel García por su interés y dedicación en la asesoría y revisión del presente trabajo

Mis compañeros y amigos por su apoyo

La Universidad de San Carlos de Guatemala por haberme brindado los conocimientos en mi formación profesional.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron en la realización de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

		PAGINA.
I	INTRODUCCIÓN	1
II	MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINABETE EN VIVERO (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder) EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA	3
2.1.	El Pinabete en Guatemala	3
2.2.	Asociaciones vegetales de la especie	4
2.3.	Descripción del pinabete (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder)	4
2.4.	Producción y cultivo del pinabete (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder)	6
2.4.1.	Semilla	6
A.	Selección de arboles semilleros	6
B.	Selección de conos a recolectar	7
C.	Transporte y tratamiento de los conos de pinabete recolectados	9
2.4.2.	Viveros	11
A.	Producción de pinabete en viveros	11
a.	Preparación de la mezcla de suelo o sustrato de germinación	11
b.	Semilleros	12
c.	Cuidados culturales y fitosanitarios del semillero	15
i.	Control de aves y roedores	15
ii.	Control de malezas	16
iii.	Control de enfermedades	16
iv.	Control de plagas	17
d.	Llenado de bolsa	22
e.	Transplante	22
f.	Cuidados culturales de las plantas en bolsa	24
B.	Plantación	25
a.	Plantación de pinabete en el campo definitivo	25
2.4.3.	Ensayos realizados para la producción de pinabete a nivel de	

	vivero en la Escuela de Formación Agrícola de San Marcos	27
A.	Evaluación del porcentaje de germinación de tres procedencias de semilla de pinabete (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder) en relación a tres clases de sustratos en la estación experimental Serchil, de la Escuela de Formación Agrícola de San Marcos	27
B.	Evaluación del porcentaje de germinación en pinabete (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder) en cuatro diferentes tipos de sustratos, bajo las condiciones climáticas de la Estación Experimental Serchil.	30
C.	Actividades realizadas en la producción de pinabete (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder) bajo condiciones de invernadero	32
III.	CONCLUSIONES	37
IV.	RECOMENDACIONES	39
V.	BIBLIOGRAFIA	41
VI.	ANEXOS	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1	7
2	8
3	10
4	11
5	13
6	13
7	13
8	14
9	14
10	15
11	17
12	21
13	22
14	23
15	24
16	25
17A	45
18A	54
19A	56
20A	56
21A	57

22A	Plantas de pinabete de 1.5 años producidas bajo condiciones de invernadero en la EFA de San Marcos	57
23A	Plantas de pinabete de 2.5 años producidas en el vivero forestal de la Estación Serchil de la EFA de San Marcos	58
24A	Plantación de pinabete de 5 años en la estación Serchil de la EFA de San Marcos	58
25A	Planta de pinabete de 5 años en la Estación Serchil de la EFA de San Marcos	59
26A	Plantación de pinabete de 5 años en la Estación Serchil de la EFA de San Marcos	60
27A	Plantación de pinabete de 5 años en la Estación Serchil de la EFA de San Marcos	60

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1A	Croquis del diseño identificando los tratamientos aleatorizados	46
2A	Resultados obtenidos de la germinación de semilla de pinabete en los diferentes tratamientos	47
3A	Ordenamiento de resultados de germinación de semilla de pinabete por tratamiento	47
4A	Sumatoria de resultados de las repeticiones de germinación por tratamiento	48
5A	Resumen del Análisis de Varianza	48
6A	Croquis de campo y aleatorización de los tratamientos	51
7A	Promedio general de las lecturas realizadas en el campo en los tratamientos y repeticiones usando el diseño bloques al azar, para realizar el análisis estadístico	52
8A	Análisis de varianza ANDEVA	52
9A	Ordenamiento de medias	53

I. INTRODUCCIÓN

La preocupación por la conservación del ambiente, y en especial de las áreas boscosas ha tomado importancia mundial ya que estas constituyen una fuente importante de recursos naturales con alto potencial económico, ecológico y social.

En Guatemala se reconoce que aproximadamente el 51.1% del territorio es de vocación forestal, sin embargo, durante el transcurso de los años mucha de la cubierta boscosa del país ha sido eliminada, a tal grado que según estudios, la deforestación avanza a un ritmo de 82,000 ha/año y la reforestación es de 2,500 ha/año. (6) De acuerdo a estos datos, el 53% de la energía consumida, proviene de la leña, utilizando el 80% para consumo domestico. (6)

Guatemala posee características biofísicas especiales, producto de la confluencia de aspectos geomorfológicos, climáticos, edáficos e hídricos, que le permiten la existencia y subsistencia de una alta variedad de ecosistemas, los cuales se están destruyendo por la participación de la humanidad en forma inconsciente por carecer de educación formal e informal.

En el altiplano occidental de nuestro país, se localizan rodales naturales de *Abies guatemalensis* Rehder, declarada como especie protegida por estar en vías de extinción, pero se encuentran amenazados debido al cambio de uso del suelo, por la habilitación de tierras con bosque de pinabete para cultivos anuales principalmente maíz, papa y haba (16). El pastoreo de ganado ovino y caprino en los alrededores o en el interior de los bosques de pinabete es una de las actividades que los agricultores realizan desde la época colonial, afectando directamente la reproducción de la especie por lo que la regeneración natural se vuelve escasa o nula. Los incendios forestales (en la mayoría de los casos provocados intencionalmente) como en cualquier ecosistema es una amenaza constante y estos han contribuido a que los bosques de pinabete disminuyan considerablemente.

Sin embargo, la actividad que es considerada como una amenaza para los bosques de pinabete es la utilización de ramilla de la especie para la fabricación de árboles decorativos navideños en la época de fin de año, con lo cual se reduce la posibilidad de obtener semilla para su reproducción en vivero y se debilitan los árboles llegando en casos extremos a producir la muerte de los mismos.

También hay que sumar las características intrínsecas del pinabete entre las que están, escasa producción de semilla, producción bienal y poca viabilidad de semilla, bajo porcentaje de germinación y poca sobrevivencia en reforestaciones.

Existe poca información sobre la producción de plántulas de pinabete en vivero, por lo que el siguiente trabajo contiene información básica relacionada con esta etapa.

II. MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINABETE EN VIVERO (*Abies guatemalensis* Rehder) EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA

2.1. El Pinabete en Guatemala

Los arboles de pinabetes son de gran tamaño, de forma piramidal, conos erguidos y hojas estrechas y aciculares, que crean bosques densos y bien estructurados.

El *Abies guatemalensis* es una especie de poca distribución por las montañas guatemaltecas, poco exigente en calor, resistente al frío y exigente en humedad. (1)

Se sitúa en el piso subalpino, preferentemente en su parte superior en altitudes comprendidas entre 2400 a 3400 msnm, formando asociaciones con *Pinus ayacahuite*, *Cupressus lusitánica* y en su límite inferior, con *Quercus spp.* En las áreas más lluviosas y con mayores fríos se puede imponer a estas especies y las rebasa en altura formando bosques puros. (1)

El pinabete es endémico de las montañas del sur de México y occidente de Guatemala. Pertenece al grupo de los abetos meridionales de las montañas del trópico norte, que mantienen condiciones de clima templado, con una época seca marcada por la retirada de los vientos alisios. En las áreas que ocupa, las precipitaciones no suelen ser inferiores a 1000 mm. anuales. Esta exigencia de humedad podría ser un factor que limita la extensión del pinabete en otros lugares altos, aunque menos lluviosos. Se localiza preferentemente en las vertientes septentrionales y en las umbrías y los valles húmedos. En Guatemala prospera entre los 2400 msnm. y los 3400 msnm. , en el límite superior de las nieblas más abundantes pues, a diferencia de los bosque nubosos, es sensible al encharcamiento. Cabe preguntarse si el pinabete podría alcanzar un límite altitudinal mayor. Indudablemente las cumbres pueden recibir precipitaciones suficientes, pero el viento puede ejercer un efecto inhibitor, efecto de cumbre, sobre el crecimiento de los árboles por su poder desecante, que es especialmente marcado en la época seca. Es posible que la temperatura no suponga una limitante tan marcada como el viento para que la especie se distribuya a mayor altura, pues en otras latitudes los abetos crecen con temperaturas medias de 5° C, mientras que en Guatemala la media se sitúa entre 11° C y 15° C. (1)

2.2. Asociaciones vegetales de la especie

A pesar de la limitada extensión en que se desarrolla el *Abies guatemalensis* en Guatemala, muestra una notable capacidad de adaptación a situaciones diversas, en las que el substrato y la sombra varían considerablemente. En los lugares en los que la humedad es menor, la vegetación acompañante suele ser de especies propias del bosque latifoliado, mientras que en las más húmedas y frescas son más abundantes en su vegetación epifita, de musgos y líquenes. Cuando la densidad del estrato arbóreo proporciona una intensa sombra, la humedad favorece el desarrollo de los musgos, que pueden llegar a cubrir casi completamente el suelo. (1)

El estrato arbustivo suele estar poco desarrollado en los bosques más densos, pero en los claros, las formaciones menos sombrías son frecuentes los *Sambucus mexicana*, *Baccharis vaccinioides*, *Cestrum guatemalense*, *Rubus trilobus*, *Salvia cinnabarina*, *Arbustus xalapensis* y *Litsea glaucescens*. Dependiendo del tipo de suelo y la humedad del terreno. (1)

Sin embargo, en los casos en los que los ecosistemas han sido fuertemente alterados, es normal que se encuentre una abundante representación de las diversas etapas de la sucesión ecológica, como matorrales heliófilos. (1)

2.3. Descripción del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder).

Familia Pinaceae

Sinónimos *Abies tacanensis* Lundell

Abies guatemalensis variedad *tacanensis* (Lundell, Martínez)

Nombre común Pinabete, Tzin chaj (Quiche), Pachac (Mam), Pashaque. (8)

Características coníferas de hojas perennes con el tronco generalmente fuerte y recto que alcanza una altura de 45 metros. La copa es piramidal, en los ejemplares jóvenes de manera regular, y más aplanada en los ejemplares adultos. Es una especie monoica.

Ramas las ramas principales están dispuestas casi horizontalmente. En los ejemplares que crecen libremente el tronco está ramificado desde la base. En la copa las ramas se mantienen erguidas. Ramitas jóvenes peludas y brotes algo brillantes. (8)

Corteza la corteza oscura es lisa, de color gris, adquiriendo con la edad algunas grietas con vejigas resinosas. (8)

Hojas aciculares, de hasta 3 o 4 centímetros de longitud y 2 mm de ancho, romas en la punta, con un envés transversal y una línea de color claro en el envés, de color verde oscuro por la cara superior, flexibles, ubicadas sobre numerosos puntos y dispuestas en dos hileras. (8)

Conos de color azulado, ovalados y resinosos. Los conos masculinos tienen hojas escuamiformes en su parte interior. (8)

Los femeninos generalmente de unos diez cm. Erguidos, cilíndricos, insertados en el eje. Orientados hacia lo alto cuando están a punto de ser polinizados, en un principio de color azulado, más tarde de color pardo rojizo y maduro, de color pardo más claro. (8)

Semillas de 8 a 10 milímetros de color castaño claro provista de una ala membranosa de hasta 15 mm. de largo. Fructifica en octubre. Se puede coleccionar entre diciembre y enero. (8)

Flores unisexuales, la femenina de color rojo o púrpura. Florece en abril y mayo. (8)

Hábitat especie que suele crecer asociada a *Pinus ayacahuite*, *Cupressus lusitánica* y *Quercus spp.* También en rodales solos. Vegetación acompañante del reino holártico típica de bosques templados. Formando a menudo extensiones en altitudes comprendidas entre 2400 y 3400 msnm. sobre suelos frescos y de mediana profundidad. En el piso altitudinal subalpino, con temperaturas muy bajas de noche y altas de día. Exposición al norte y noroeste. (8)

Distribución en las montañas del altiplano guatemalteco y en algunas montañas de México. Se ha reportado pero sin evidencias en Honduras y El Salvador. (8)

Generalidades el pinabete puede alcanzar edades de más de doscientos años y grandes tamaños. En Guatemala ha estado amenazado por el pastoreo, por el desramado en Navidad y por el cambio de uso del suelo. Tradicionalmente algunas comunidades indígenas lo han utilizado para hacer el tejado de sus casas, la tejamanil, apreciada por sus resistencia a las condiciones climáticas a la intemperie.

Muy apreciada por su olor balsámico y agradable, las comunidades indígenas usan las ramas de pinabete y pino en sus fiestas tradicionales, para adornar el suelo de las casas e iglesias. (1)

2.4. Producción y cultivo del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder).

Para llegar a producir arboles de pinabete de buena calidad es importante llevar a cabo varias actividades que se describen a continuación:

2.4.1 Semilla

A. Selección de arboles semilleros

La selección de árboles de los cuales se va a recolectar la semilla es un paso muy importante si se toma que estos serán los padres de las futuras plantaciones y que las características de los árboles se heredan, por lo que debemos escoger los mejores si queremos que los árboles de nuestra plantación sean de buena calidad.

Para escoger o seleccionar los mejores árboles semilleros se recomienda tomar en cuenta las siguientes características:

- Árboles maduros (30 a 40 años de edad). (13)
- Árboles dominantes y/o codominantes (los más altos dentro del bosque).
- Árboles sanos y vigorosos (libres de plagas y enfermedades).
- De buena forma (con la copa de forma cónica).
- Tronco recto y cilíndrico.(7)



Figura 1. Árbol de pinabete ideal para porta- granos.

B. Selección de los conos a recolectar

Dentro de un mismo árbol pueden existir conos buenos y malos, por lo que debemos tener el cuidado necesario de seleccionar los mejores conos a fin de que la semilla que obtengamos sea la mejor y de buen porcentaje de germinación.

Para coleccionar los mejores conos de un árbol semillero de pinabete debemos de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- La recolección debe de efectuarse en días soleados, y sin viento, esta última medida debe de tomarse en cuenta, para evitar accidentes, debido a que en la parte más alta de los árboles se encuentran los conos. (13)
- Colectar los conos más grandes, cerrados, sanos, maduros que presenten regularmente un color café-amarillento.
- El mejor tiempo para recolectar los conos es en las fechas comprendidas del 26 de diciembre al 5 de enero. (4)
- La recolección se puede realizar utilizando una varilla con gancho (se puede elaborar en casa) a fin de empujar los conos hacia un lado y lograr que se

desprendan, se recomienda que el ayudante del escalador esté atento a fin de observar dónde cae el cono desprendido y que no se confunda con los demás que están tirados en el suelo. (7)

Algunas recomendaciones que se deben de seguir al momento de recolectar conos de pinabete son:

- El escalador no debe de quebrar y/o cortar totalmente la rama que contiene los conos ya que se pierden los conos inmaduros que se encuentran en la misma rama, además de causar daño al árbol.
- No colectar conos que estén tirados en el suelo (se desconoce el árbol que los produjo).
- No colectar conos que presenten señales de ataque de insectos, aves y/o roedores.
- No colectar los conos verdes.

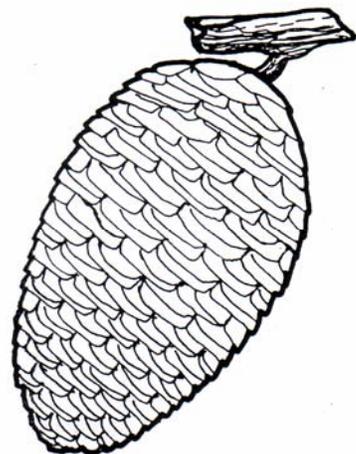


Figura 2. Conos de pinabete con sus brácteas cerradas. (16)

C. Transporte y tratamiento de los conos de pinabete recolectados

Luego de recolectados los conos de pinabete hay que realizar el transporte y tratamiento de los mismos.

Para el transporte de los conos de pinabete se deben utilizar costales de pita que estén limpios y secos (porque son mucho más rápidos de cargar y no se da aumento de temperatura dentro del costal ya que permiten la aireación). Al momento de depositar los conos dentro del costal, estos no deben de llevar residuos (ramas, hojas, corteza, piedras, etc.), y se deben de colocar alrededor de 50 a 75 conos por costal, lo que va depender del tamaño del cono; esto con el propósito de evitar daños físicos causados por el peso excesivo. (10)

Las actividades a desarrollar en el beneficiado de los conos de pinabete son:

- Limpieza general de los conos a fin de eliminar los residuos que puedan venir dentro de los costales y eliminar la resina.
- Secarlos bajo sombra en cajas de madera donde queden dispersos y no se dé el amontonamiento para evitar la fermentación y el recalentamiento, y así poder remover constantemente y que tengan un buen secado.
- Cuando el secado sea completo hay que desgranar los conos (la forma de hacerlo es tomando el cono por los extremos y moviendo las manos en forma circular en sentido contrario) a fin de quitar las escamas del cono y que la semilla caiga a un recipiente. (10)
- Para obtener la semilla pura hay que separar los restos de escamas del cono de la semilla utilizando un filtro (malla pequeña) que retenga la basura. La semilla vana y la basura mas pequeña que no pudo retener el filtro se puede eliminar ventilando la semilla (aprovechando las corrientes de aire natural o utilizando un ventilador artificial).

- La semilla pura debe de secarse en un lugar bajo sombra, seco y ventilado y cuando este seca debe de almacenarse en recipientes de color oscuro identificados con una etiqueta en donde se indique: fecha, lugar de recolección, nombre del recolector.

Algunos cuidados que se deben de tener en el tratamiento de los conos y semillas de pinabete son:

- No amontonar los sacos que contienen los conos.
- Colocar los sacos sobre algún tipo de banco o caballete de madera en un lugar seco que tenga ventilación.
- No almacenar sacos en lugares donde les pueda dar mucho calor, donde les pueda llover o exista mucha humedad. (7)

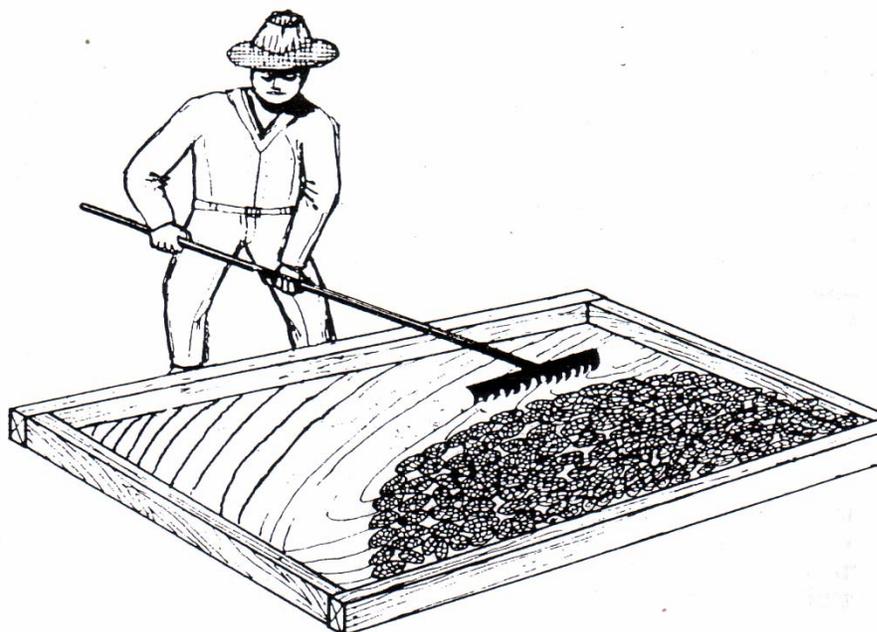


Figura 3. Forma del secado de los conos de pinabete.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)

2.4.2. Viveros

A. Producción de pinabete en viveros

La producción en viveros requiere de mucho cuidado, ya que para llegar a obtener una planta que esté lista para llevar al campo definitivo, se necesita alrededor de 1 ½ a 2 años de mantenimiento en el vivero.

A continuación se presenta una serie de actividades que se recomienda tomar en cuenta para que la producción de pinabete en vivero sea exitosa, las mismas son una recopilación de experiencias de personas que se dedican a esta actividad. (7)

a. Preparación de la mezcla de suelo o sustrato de germinación

La mezcla a utilizar en la producción de pinabete en vivero (semilleros y bolsa) debe de tener los siguientes componentes: dos partes de tierra negra, una de arena y una de broza (de bosque de pinabete), de la mezcla se deben eliminar todas las impurezas (piedras, pedazos de corteza, grama, hojas, semillas, etc.). Además, se debe de desinfectar utilizando productos químicos, entre los más utilizados tenemos insecticidas granulados o en polvo como volantón (foxim), furadan (carbofurán), etc., fungicidas en polvo como cupravit (hidróxido de cobre), derosal (carbendazim), etc., disueltos en agua, pero también se puede desinfectar utilizando agua hirviendo, la que se debe de aplicar a la mezcla antes de llenar la bolsa. (7)

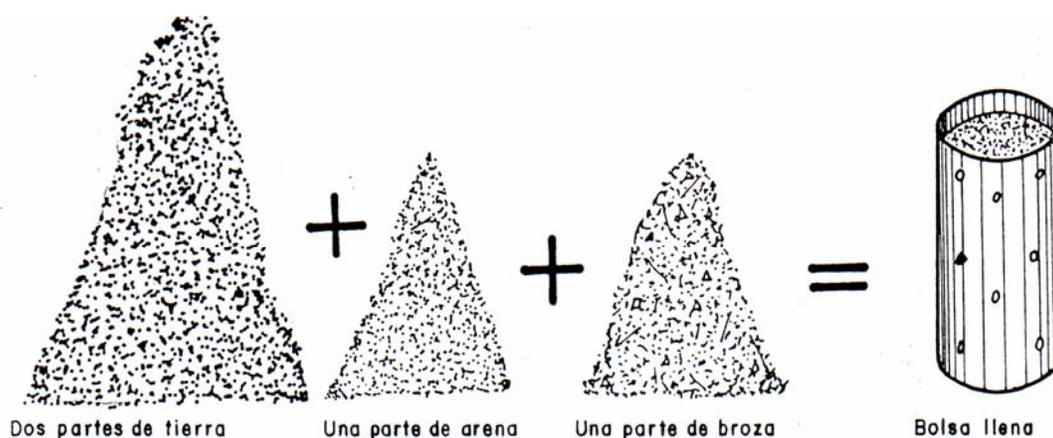


Figura 4. Mezcla ideal de sustrato para la producción de pinabete.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)

b. Semilleros

Los semilleros se pueden elaborar en los meses comprendidos de marzo a mayo, puesto que no se tienen descensos bruscos de temperatura, especialmente durante la noche y la madrugada. Es recomendable utilizar cajas germinadoras como semilleros (de cualquier largo, con un ancho de 1 a 1.5 m y un alto entre 15 y 25 cm), como se observa en la figura 5. A las cajas se les debe de abrir agujeros en la parte inferior que permitan el drenaje de agua. Cuando se utilicen bancales o camellones deben tener un alto con respecto al suelo de 20 a 35 cm para evitar que sufran daños por correntadas de agua y deben de protegerse de animales roedores (ver figuras 8 y 9). (13)

La siembra de la semilla se puede realizar en surcos (cuando se tiene poco porcentaje de germinación se pierde espacio) o sembrar la semilla al voleo (este es el método mas utilizado en el altiplano guatemalteco ya que debido al poco porcentaje de germinación se aprovecha mucho mejor el espacio en el germinador). (11)

Cubrir el semillero con paja, pajón, ramas secas de pino, zacate zacatón, nylon o costales (comúnmente llamados tapescos) para que le sirva de protección y que el semillero no sea afectado por las heladas y los rayos directos del sol (ver figura6).

Se debe remover el tapesco del semillero durante las tardes, cuando el sol ya no este muy fuerte por un espacio de 2 a 4 horas y volverlo a colocar durante la noche, esto favorecerá que las plántulas en estado de soldadito (ver figura 7) se puedan desarrollar adecuadamente y que el sustrato pueda airearse y evitar enfermedades principalmente mal del talluelo. (7)



Figura 5. Caja de madera utilizada para germinador de semillas de pinabete.



Figura 6. Tapesco en semillero de pinabete EFA.



Figura 7. Semilla de pinabete recién germinada (en estado de soldadito) EFA.

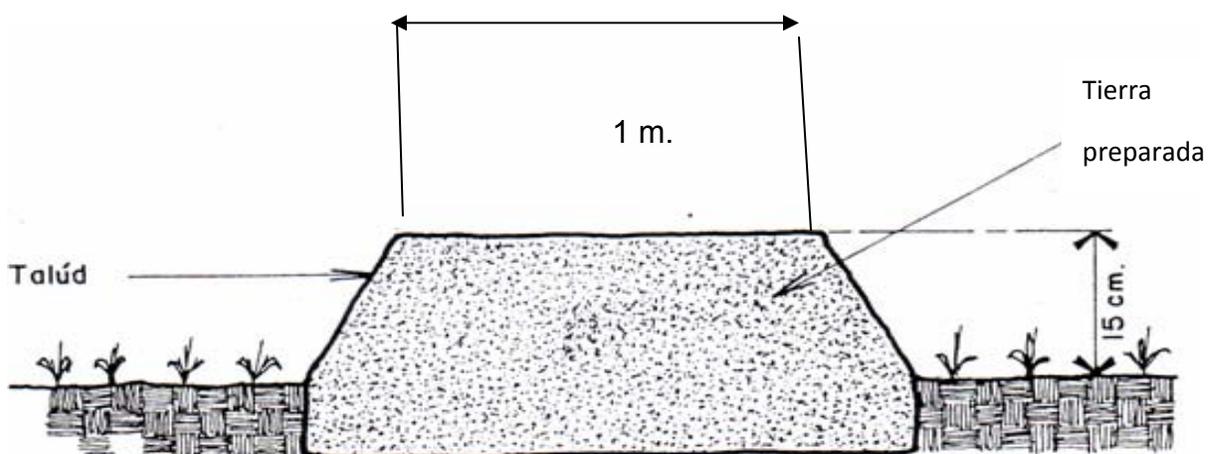


Figura 8. Forma y medidas en la construcción de un banco para semillero de pinabete.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)p

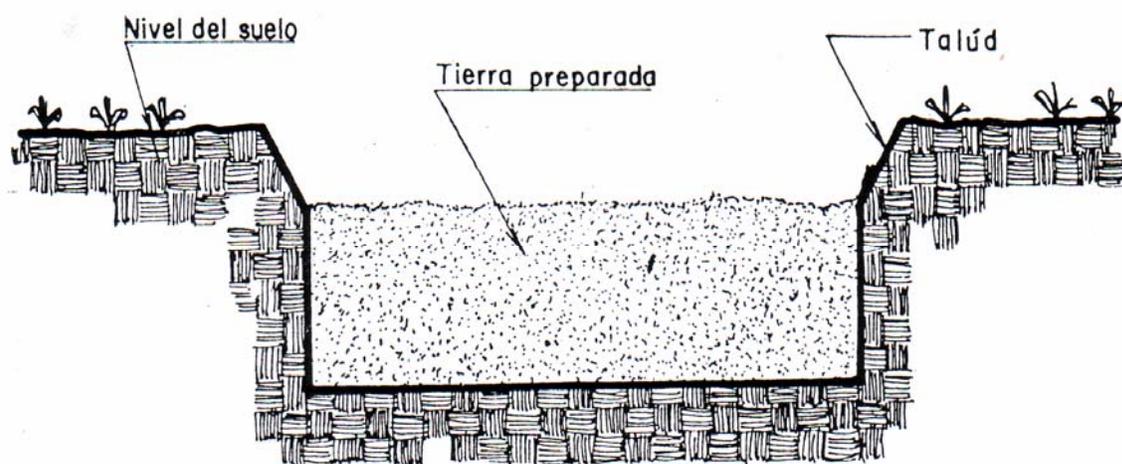


Figura 9. Forma como debe de construirse un banco tipo era para semillero de pinabete.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)

El riego debe hacerse de dos a tres veces por semana, en las primeras horas del día o por las tardes y mantener una humedad ideal de 60-70 por ciento, usando regadera de mano con pichacha fina (es recomendable ya que es bastante uniforme y no hay

pérdida de agua), también se pueden utilizar mangueras (pero requiere del uso de algunas boquillas que produzcan diferentes tamaños de gotas de agua) o bomba de mochila (ver figura 10), se debe de tener siempre el cuidado de que las gotas de agua no golpeen directamente el semillero. (11)

Cuando no se tenga regadera de pichacha fina y/o boquillas que produzcan diferentes tamaños de gotas se puede regar utilizando alguna escoba o algún manojo de pajón o paja, los que se mojan en un recipiente con agua y únicamente se sacuden sobre el semillero, a fin de evitar el golpe directo de las gotas de agua. (11)



Figura 10. Forma de aplicación de riego a los germinadores.

c. Cuidados culturales y fitosanitarios del semillero

i. Control de aves y roedores

Las semillas de pinabete son apetecidas por aves y roedores por lo que es conveniente colocar jaulas de alambre o maya hexagonales, tipo pajarera, armadas sobre bastidores portátiles que se colocan sobre los germinadores, para evitar que las plántulas que han germinado sean dañadas. (11)

ii. Control de malezas

Es conveniente que se eliminen todas las malas hierbas de los germinadores para favorecer el desarrollo vigoroso y sano de las plántulas. Esta labor debe efectuarse manualmente y con el mayor cuidado para no dañar las pequeñas plántulas.

La cubierta (pajón, paja, nylon, etc.) debe de quitarse al observarse que el 80-85 por ciento de las plantitas ha germinado, en esta etapa debe de regarse cuidadosamente con bomba de aspersion o regadera de pichacha fina para no dañar las plantitas. (11)

iii. Control de enfermedades

La enfermedad más común en semillero es el Damping off (mal del talluelo, estrangulamiento, etc.). Esta enfermedad puede provocar la muerte de todas las plántulas germinadas en dos o tres días (ver figura 11).

Para el control preventivo además de haber desinfectado el suelo previo a la siembra, debe regularse el riego para evitar el exceso de humedad, mantener buena ventilación y no sembrar la semilla muy profunda.

Para evitar los daños el semillero debe tratarse con 50 gramos (dos medidas Bayer de fungicida) por regadera de cuatro galones de agua, aplicando a cinco o seis metros cuadrados, se repite esta aplicación a cada cuatro o cinco días hasta el momento del transplante (no debe de olvidarse que las aplicaciones deben ser preventivas y no curativas). (11)



Figura 11. Daño causado por los hongos en los germinadores de pinabete. (12)

iv. Control de plagas

Las plagas más comunes que atacan el pinabete son: la gallina ciega, la cual se controla con volaton (foxim), este control también se utiliza para los gusanos defoliadores, los pulgones se controlan aplicando folidol (paratión metil) asperjado sobre el follaje (ver figura 12). (11)

En el INAB de San Cristóbal Totonicapán se están realizando pruebas con pesticidas naturales los cuales pueden ser una alternativa para combatir o prevenir las plagas y enfermedades que afectan a las plantas de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder).

A continuación se presentan algunos pesticidas naturales y las plagas que controlan:

PLAGA QUE CONTROLA	PESTICIDA NATURAL
Pulgón	Té de Chile, Ajo, y Jabón de Coche
	Té de Kuxha
	Té de Aceite Vegetal y Ajo
	Té de Amoníaco
	Té de Cáscara de Quassia
	Té de Flor de Muerto
	Fórmula de la Anona
	Fórmula de Ajo y Chile Porrón
Arañas	Té de Ajo, Chile, y Jabón de Coche
	Té de Aceite Vegetal y Ajo
	Fórmula del Vinagre, Ajo, y Jabón
Gallina Ciega	Té de Girasol, Pino, y Ciprés
	Fórmula de la Anona
	Fórmula de Ajo y Chile Porrón
Mal de Talluelo	Fórmula del Sauce

Recetas de los pesticidas

Té de Ajo, Chile, y Jabón de Coche

- Picar y machacan 12 dientes de ajo.
- Picar 6 chiles picantes (chiles caballos o chiltepes).
- Rallar o picar 1 onza de Jabón de Coche.
- Colocar todo en 1 galón de agua.
- Dejar reposar durante 1 semana.
- Colar.
- Aplicar esta mezcla con bomba sobre las plantas con plaga.

Té de Kuxha

- Colocar 1 a 3 cucharas de Kuxha en 1 galón de agua.
- Aplicar esta mezcla con bomba sobre las plantas plagadas.
- ****Tenga cuidado porque demasiado Kuxha quema y mata las plantas. ****

Té de Aceite Vegetal y Ajo

- Remojar 3 onzas de dientes de ajo bien picado en 2 cucharaditas de aceite vegetal por 24 horas o más.
- Agregar ½ litro agua y ¼ onza jabón líquido para trastos.
- Mezclar bien y colar.
- Agregar 1 a 2 cucharadas del anterior a ½ litro agua.
- Aplicar esta mezcla con bomba sobre las plantas plagadas.

Té de Amoníaco

- Mezclar 1 parte amoníaco con 7 partes agua y lo aplica con bomba.
- ****Tenga cuidado no a aplicarlo en días calurosos. ****

Té de Cáscara de Quassia (*Quassia amara*)

- Picar $\frac{1}{4}$ taza de cáscara y agregarla a $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ galón de agua hirviendo.
- Dejar enfriar y cular.
- Aplicar con bomba hasta 2 veces la semana cuando es necesario.

Té de Flor de Muerto

- Agregar 2 libras de Flor de Muerto y 2 galones de agua en un trasto.
- Dejar 10 días en fermentación.
- A los 10 días, cuélelo y enváselo.
- Usar 1 litro del té y 1 onza de jabón de coche disuelto en 4 galones de agua en una bomba.

Té de Girasol, Pino, y Ciprés

- En un recipiente adecuado, hierva 1 libra de cogollos de pino, 1 libra de cogollos de ciprés, y 1 libra de hojas de girasol en 1 galón de agua.
- Deje cocinar 15 minutos.
- enfriar y colar.
- Usar 1 litro del té por 4 galones de agua.
- Aplicar con bomba sin boquilla, echando un chorrito al pie de cada plantita o sobre las bolsas con regadera, aplicando 1 regadera por cada 2 m².

Fórmula de la Anona

- Machacar 1 libra de semillas de anona.
- Mezclar en 1 litro de alcohol de 70 a 90 grados o en Kuxha.
- Deje la mezcla en maceración por un período de 15 a 30 días.
- Colar y colocar este extracto en 4 a 8 galones de agua.
- Para controlar el nochero y la gallina ciega se debe aplicar al pie de cada planta afectada.

Fórmula de Ajo y Chile Porrón

- Hervir 25 chiles porrón (7 caldos o chile de caballo) en un galón de agua por 15 minutos.
- Agregar ¼ libra ajo molido y hervir durante 5 minutos más.
- Usar 1 litro por cada 4 galones de agua.
- Para el control de la gallina ciega, nocheros y babosas se aplica al pie de la planta. Para el control de pulgones y gusanos pequeños las aplicaciones se hacen en el follaje.

Fórmula del Vinagre, Ajo, y Jabón

- Machacar 1 cabeza de ajo en 1/8 de litro de vinagre.
- Disolver 1 onza de jabón en 1 vaso de agua y agregarle ajo y vinagre.
- Filtrar todo y mezclarlo con 4 galones de agua.
- Aplicar con bomba cuidando de aplicarlo arriba y debajo de las hojas.

Fórmula del Sauce

- Picar 1 libra de cáscara y raíces de sauce y agréguela a 1 galón de agua.
- Dejar la mezcla en remojo por 3 días.
- Para el control de hongos del suelo y pudriciones de tallos use 1 litro de la solución por cada 4 galones de agua.

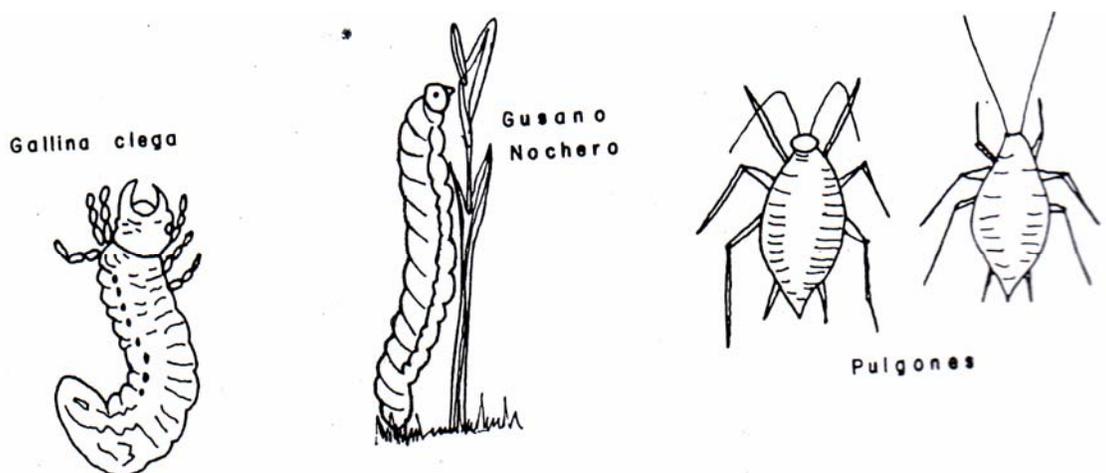


Figura 12. Plagas más comunes del pinabete.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)

d. Llenado de bolsa

La bolsa que se recomienda utilizar es la de polietileno en las medidas de 6X10 pulgadas; durante el llenado a la bolsa se le debe dar varias sacudidas sobre el suelo después de aplicada un poco de mezcla y así sucesivamente hasta terminar. Se debe procurar que no sea ni muy compacto ni muy flojo para no tener problemas en las actividades a realizar en el futuro; un buen llenado se comprueba cuando las bolsas no presentan arrugas, no se doblan y se mantienen firme sobre el suelo (ver figura 13). (11)

Las bolsas deben de alinearse en lugares donde estén alejados de daños que pueden sufrir por animales, insectos, aves, roedores, etc., y donde la época de invierno no ocasione problemas con el encharcamiento del área ya que puede perjudicar a las plántulas que están en las bolsas cercanas al encharcamiento. (11)

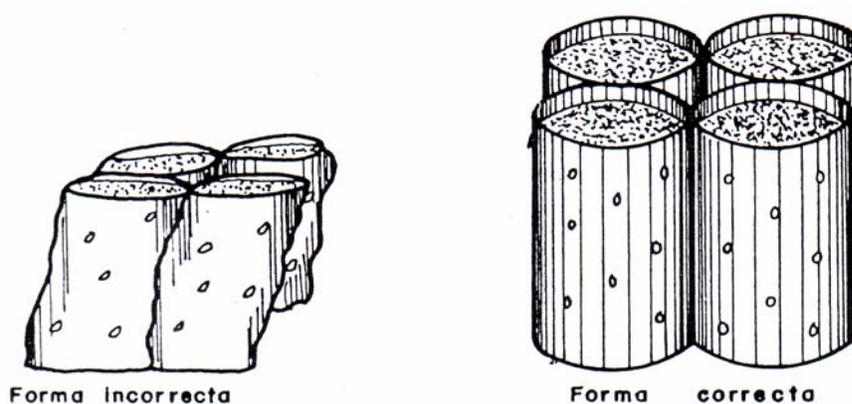


Figura 13. Forma incorrecta y correcta de llenar y colocar bolsas en vivero.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)

e. Transplante

El transplante hay que realizarlo entre los 30-40 días después de germinada la semilla, seleccionando las mejores plántulas (grandes, fuertes y sanas).

Cuando las plántulas no se trasplantan a tiempo presentan las desventajas siguientes:

- Mayor número de raíces que introducir en la bolsa.
- Al realizar el trasplante pierden gran número de raíces secundarias.
- Es menor el porcentaje de prendimiento.
- Menor número de plantas trasplantadas por jornal. (11)

Una forma práctica de hacer el trasplante, es abrir un agujero en el centro de la bolsa con un instrumento de aproximadamente 2 cm., de diámetro, a una profundidad de 1/3 de alto de la bolsa. En este agujero se introduce la raíz de la planta, la que debe asegurarse utilizando el mismo instrumento con que se hizo el agujero inicial enterrándolo en otra parte de la bolsa y presando hacia donde esta la raíz para que esta quede asegurada como se observa en la figura 14. (11)

Posterior al trasplante a las bolsas hay que colocarles un tapesco que protejan las plántulas de las heladas, de los rayos directos del sol y de las gotas de agua directas de lluvia y/o regado. Una planta de pinabete debe de llevarse al campo definitivo después de 1 ½ a 2 años de estar en el vivero, cuando tenga una altura entre 20 y 30 centímetros. (11)

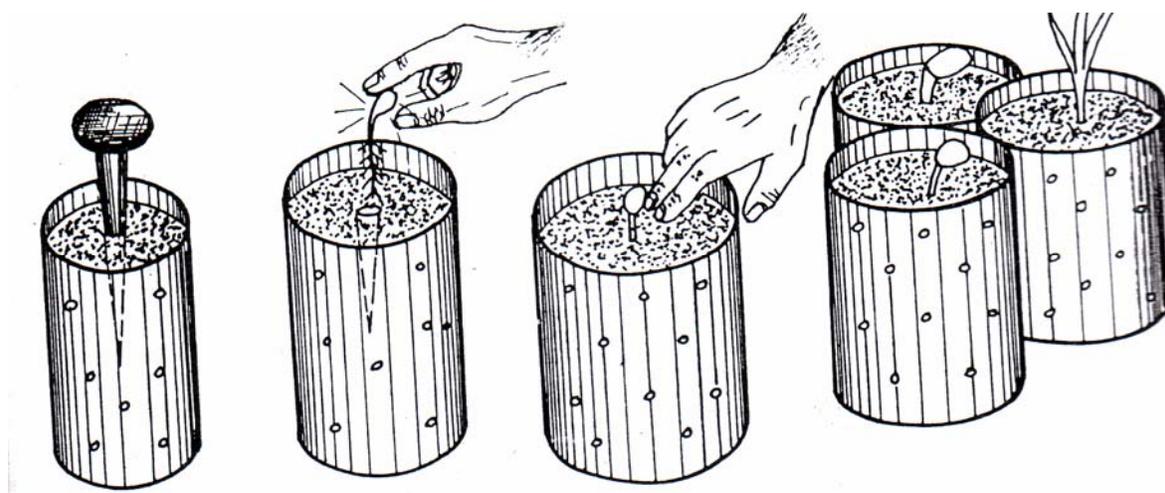


Figura 14. Forma como se realiza el trasplante de semillero a la bolsa.

Fuente. DIGEBOS Región VI. (11)

f. Cuidados culturales de las plantas en bolsa

La fertilización de las plantas en bolsa se puede realizar a partir de 30 a 45 días después de realizado el trasplante (es cuando la planta ya ha pegado). Se puede utilizar abonos químicos como el 15-15-15 o el 20-20-0 (NPK) (de 0.5 a 1 gramo/bolsa en términos prácticos equivale a decir 3 a 5 bolitas de abono/bolsa), y/o abonos orgánicos como gallinaza, estiércol de ganado ovino, bovino, caballar (de 0.5 a 1 gramo/bolsa y una medida fácil es lo que agarre una tapita de agua gaseosa/bolsa).

Las plantas en bolsa hay que regarlas por lo menos una vez a la semana durante la época seca. Además hay que deshierbar constantemente para evitar que la maleza crezca demasiado y que al momento de arrancarla ocasione daño a la planta.

El tapesco para las plantas en bolsa se debe mantener por lo menos durante los primeros seis meses e ir retirándolo periódicamente para que la planta no sufra un estrés fuerte y pueda morir, sin embargo, durante la temporada fría (diciembre a febrero) se debe de colocar nuevamente un tapesco para evitar que las plantas se mueran por el hielo. (17)



Figura 15. Fertilización de plantas de pinabete en bolsa EFA.



Figura 16. Tapesco en plantas de pinabete en bolsa EFA.

B. Plantación

a. Plantación de pinabete en el campo definitivo

Cuando la plantación a realizar con pinabete persigue fines de producción de árboles navideños, se deben de seguir las siguientes indicaciones.

Se deben de seleccionar los terrenos que cumplan los requerimientos ambientales de la especie y una manera fácil de identificarlos es: tierra fría (lugares altos y húmedos), área donde existe o haya existido pinabete, lo que nos da la certeza que el lugar es apropiado para el crecimiento de la especie.

El distanciamiento entre plantas de pinabete debe de ser de 2X2 metros, indicándose con el trazo y marcado del ahoyado. Una manera práctica de realizarlo es elaborando un cuadro de un material liviano (que sea fácil de cargar en el campo) el cual

se coloca en un extremo del terreno y con un poco de cal o azadón se marcan las esquinas del mismo indicando los lugares donde se deben de abrir los agujeros, luego un extremo del cuadro se coloca en los lugares marcados y se hace nuevamente las marcas, así sucesivamente hasta terminar el trazado y marcado.

El agujero adecuado es de una profundidad de 30 a 40 cm y un ancho de 15 a 25 cm, al cual se le debe hacer un plateo que le va a permitir conservar humedad para la época seca. (7)

La plantación se debe realizar cuando inician las lluvias (mayo, junio) para tener un buen porcentaje de prendimiento de los árboles que se planten, los pasos y cuidados a seguir en el campo durante la plantación son los siguientes:

- Quitar la bolsa de polietileno que contiene la planta, manteniendo el pilón tal y como se encuentra dentro de la bolsa para que las raíces no sufran ningún daño.
- En el agujero se introduce el pilón de tierra con la planta y se asegura con la tierra que se sustrajo cuando se hizo el agujero.
- En lugares donde las heladas son fuerte es necesario proteger los árboles plantados (durante los dos primeros años de plantados los árboles). La protección se puede hacer del material que este disponible y más accesible en el lugar.
- La fertilización de los árboles en el campo definitivo debe darse después de un año de establecida la plantación y en el inicio de las lluvias para que los nutrientes puedan penetrar en la raíz del árbol.
- Es necesario realizar una limpieza por año en la plantación (depende del crecimiento de las malezas en el lugar) para eliminar toda la vegetación que

compite por espacio y nutrientes con los árboles de pinabete. Esta limpieza se debe de hacer de preferencia de forma mecánica (chapeando) y no utilizando químicos (herbicidas) que puedan ocasionar daño a los arbolitos. (7)

2.4.3. Ensayos realizados para la producción de plantas de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) a nivel de vivero en la Escuela de Formación Agrícola de San Marcos

La Escuela de Formación Agrícola de San Marcos, consciente de la problemática ambiental, tiene contemplado en el pensum de estudios del ciclo básico y la Carrera de Perito Agrónomo un módulo práctico forestal en los cuales se han realizado investigaciones encaminadas a validar tecnología relacionada a la especie *Abies guatemalensis* Rehder, en los aspectos de % de germinación, evaluación de sustratos, producción bajo condiciones de invernadero, lográndose resultados positivos, lo cual, constituye una alternativa para multiplicar esta especie declarada protegida por estar en vías de extinción.

A continuación se presentan los ensayos que se han realizado para la producción de plántulas de pinabete.

A. Evaluación del porcentaje de germinación de tres procedencias de semilla de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en relación a tres clases de sustratos en la estación experimental Serchil, de la Escuela de Formación Agrícola de San Marcos

En esta evaluación se utilizaron semillas de tres diferentes departamentos (Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos), y tres tipos de sustratos (arena de volcán, arena pómez y tierra negra.) para determinar si estas variables interactuando influyen en el porcentaje de germinación del pinabete se implementó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo combinatorio de parcelas divididas, los factores evaluados fueron:

- FACTOR A: Tres tipos de procedencia de semilla de pinabete.
- FACTOR B: Tres tipos de sustratos, y

Las variables de respuesta consideradas fueron:

- Número de plantas germinadas a los 65 días. Esta variable se midió tomando como base el número promedio de plantas germinadas por cada procedencia de la semilla y tipo de sustrato a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{total de plantas germinadas}}{\text{Total de semillas sembradas}} \times 100$$

Total de semillas sembradas

- Conteo: Se tomó cada unidad experimental y se procedió a contar el número de las plantas germinadas, de 200 semillas que se sembraron en cada unidad experimental, se hizo una relación de la siguiente manera:

$$\frac{25 \text{ semillas}}{200 \text{ semillas}} \times 100 = 12.5\%$$

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + R_k + E_{ijk}.$$

DONDE:

Y_{ijk} = La variable de respuesta.

μ = La media o promedio general.

A_i = El efecto i-esimo nivel del factor A.

B_j = El efecto del j-esimo del factor B.

A_iB_j = Es la interacción entre el i-esimo nivel del factor A con el j-esimo nivel del factor B.

R_k = Del efecto k-esimo bloque o repetición.

E_{ijk} = El error experimental asociado a la i-j-k-esima unidad experimental.

DONDE:

Y_{ijk} = El porcentaje de germinación a los 65 días después de la siembra.

μ = La media o promedio general de las unidades experimentales.

A_i = El efecto i-esima procedencia de la semilla de pinabete.

B_j = El efecto del j-esimo del sustrato.

$A_i B_j$ = Es la interacción entre la i-esimo procedencia con el j-esimo sustrato.

R_k = Del efecto k-esimo bloque o repetición.

E_{ijk} = El error experimental asociado a la i-j-k-esima unidad experimental.

La unidad experimental, la distribución en el campo y análisis estadístico de los resultados obtenidos se muestran en el anexo I.

Según los resultados se pudo determinar que bajo las condiciones en que se desarrolló la evaluación no existen diferencias significativas entre los tratamientos, (niveles del factor A (sustratos) y los niveles del factor B (procedencia de la semilla)), más sin embargo según los resultados obtenidos de la germinación de semillas de pinabete se pudo observar que se obtuvieron mejores resultados en la procedencia de Totonicapán utilizando como sustrato tierra negra (21 semillas germinadas), y el que presento menor número de semillas germinadas (3 semillas germinadas) es la semilla procedente de San Marcos y como sustrato tierra negra. Tampoco hubo significancia estadística entre la interacción de ambos factores. Por lo que se recomienda utilizar el tratamiento que convenga según la conveniencia en disponibilidad y manejo de los materiales.

B. Evaluación del porcentaje de germinación en pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en cuatro diferentes tipos de sustratos, bajo las condiciones climáticas de la estación experimental Serchil

Para la investigación se implementó un experimento simple utilizando un diseño bloques al azar con 4 tratamientos y 16 repeticiones. Cada unidad experimental con un número determinado de semillas, (100 por repetición).

Los tratamientos evaluados fueron

- T 1 = tierra negra (testigo)
- T 2 = broza de pinabete
- T 3 = arena pómez
- T 4 = tierra + broza

Las variables consideradas fueron:

- Porcentaje de germinación a los a los 30 días de emergida la planta después de la siembra.
- Tipo de sustrato que mostró mayor significancia en la germinación del pinabete.

El Modelo Estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + T_{ij}$$

Y_{ij} = Porcentaje de germinación de Pinabete

μ = Efecto del promedio general de germinación de pinabete de la

i – esima de los tratamientos

T_i = Efecto del i -ésimo sustrato a evaluar

B_j = Efecto del i -ésimo bloque o repetición

E = error experimental asociado a la $i - j$ -ésima unidad experimental

Las lecturas de las variables se realizaron a los 30 días después de la siembra, determinando el número de semillas germinadas y la altura de las plantas.

El tamaño de la parcela, la distribución de los tratamientos y los resultados se presentan en el anexo II.

Según los resultados obtenidos se concluye:

- El porcentaje de germinación de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), presentó resultados significativamente mejores en el sustrato tierra mas broza de pinabete ya que en este se obtuvo el mayor porcentaje de germinación (7.75 %) en relación a los demás tratamientos, broza de pinabete 4% de germinación, tierra negra 2.75% y arena pómez 0.25%.
- Dentro de la prueba múltiple de media la tierra mas broza fue el sustrato que mostró mayor significancia estadística con respecto a los demás sustratos, pero también se puede utilizar lo que es broza de pinabete, debido a que fue el segundo tratamiento que mostró significancia estadística en la prueba múltiple de medias.
- Los resultados de germinación obtenidos son bajos respecto a valores de germinación de esta especie que pudo haber sido debido a la falta de control sobre el manejo de la semilla (edad de la semilla, árboles semilleros, etc.)

Según los resultados obtenidos se recomienda:

- Utilizar el sustrato de tierra mas broza de pinabete para futuros semilleros forestales ya que este proporciona un mejor porcentaje de germinación.

- Utilizar broza de pinabete como una segunda alternativa para la producción de plántulas en viveros.
- Realizar aplicaciones preventivas con fungicidas para la prevención del mal de talluelo en semilleros, que es una de las principales enfermedades que causa mortandad a nivel de semilleros.
- Realizar riegos en periodos de 3 días para ayudar en el proceso de germinación.
- Implementar un tapesco con el fin de evitar que la precipitación pluvial penetre directamente y cause daño a las plántulas por exceso de humedad.
- Verificar la procedencia y calidad de semilla para mejorar el porcentaje de germinación.

C. Actividades realizadas en la producción de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) bajo condiciones de invernadero

La escuela de formación agrícola ha estado enfatizando en la producción de especies forestales nativas del lugar. El pinabete *Abies guatemalensis* Rehder, es la especie a la que se le está dando mayor importancia por ser una especie en peligro de extinción a nivel nacional.

La producción de esta especie ha requerido de actividades especiales para lograr un porcentaje alto de germinación como las siguientes:

Germinadores

Los semilleros tienen diferentes funciones entre las cuales tenemos:

- Facilitar la atención y supervisión intensiva.

- Suministrar cuidados y control extensivo.
- Favorecer la germinación y el desarrollo de la planta.
- Proteger la semilla de la mejor manera.

Es muy importante realizar un buen desinfectado del germinador para evitar la proliferación de enfermedades y plagas que puedan dañar o provocar la muerte de las plantas, los insecticidas utilizados en los germinadores son folidol, ambush y desinfección natural aplicando agua caliente.

El germinador debe de estar a una altura de por lo menos un metro para evitar el exceso de humedad y que los roedores se coman las semillas.

Para garantizar un alto porcentaje de germinación es importante tomar en cuenta el sustrato que se va a utilizar y el tiempo de cosecha de la semilla.- La mezcla del sustrato que se utiliza en los germinadores es la siguiente: 1 parte de arena de río, 1 de arena pómez, 1 de tierra negra y 1 de materia orgánica, la función que tienen estos componentes es la siguiente: la arena de río proporciona humedad, la arena pómez ayuda al enraizamiento, la tierra negra y la materia orgánica proporciona nutrientes a la planta.

Las cajas germinadora se construyen con las siguientes medidas: 1 m por 1.50 m. Estando desinfectado el sustrato se siembra la semilla esperando que esta germine de 20 a 30 días.

Transplante de los germinadores a las bolsas

En el invernadero se manejan de la forma mas cuidadosa las plántulas que se han transplantado de las cajas germinadoras a las bolsas para que inicien su desarrollo de la mejor forma.

Los objetivos, funciones y trabajos de invernadero para esta especie son:

- Preparar las plantas para el transplante definitivo en el campo.

- Evitar la mortandad de plantas por las bajas temperaturas.
- Dejar que las plantas jóvenes se afirmen.
- Garantizar que la producción y las plantaciones de esta especie sean un éxito.
- Endurecer y acondicionar las plantas.

Al momento del transplante de la planta a la bolsa se debe de aplicar a la raíz cuprabit azul (hidróxido de cobre) o derosal (carbendazim) para evitar ataque de hongos.

Las plantas se mantienen durante los primeros dos años de su desarrollo en el invernadero, con esto se evita un alto índice de mortandad de las plantas por bajas temperaturas y los daños ocasionados por el viento.

Riego

El riego es importante en la fase de germinación, en el invernadero. En los germinadores el riego se aplica por aspersión por el tamaño y la sensibilidad de las plántulas una vez al día.

El riego contribuye a:

- Mejora la disponibilidad de nutrientes.
- Previene el estancamiento del crecimiento especialmente en este período de crecimiento activo.
- Mejora el desarrollo de yemas y favorece el crecimiento en general.

Fertilización

Es necesario utilizar fertilizantes completos que ayuden al desarrollo y fortalecimiento de la planta, tanto granulados como líquidos.

Control de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades que atacan a esta especie pueden afectar seriamente el crecimiento de la planta debido a lo sensible de la misma. Las enfermedades fungosas son las que mas afectan para lo cual se utiliza previcur (propamocarb) y derosal (carbendazim) para su control. Para el control de plagas se utiliza volatón granulado (foxim).

Control de malezas

El control de malezas en el invernadero se hace mecánicamente o sea eliminada las malezas a mano para evitar daño a las plantas debido a su tamaño.

Clasificación de las plantas en el invernadero

La clasificación de las plantas en el invernadero se realiza con el fin de:

- Controlar las plantas que necesitan mayor cuidado o atención.
- Clasificarlas por su tamaño para que las que se desarrollan más lentamente no se vean afectadas por la competencia por luz y espacio.
- Clasificar que plantas ya están aptas para llevarlas al campo definitivo.
- Eliminar plantas enfermas para evitar la propagación de enfermedades.

- La clasificación de plantas se realiza cada vez que sea necesario.

Bajo condiciones de invernadero se han observado los siguientes resultados:

- En condiciones naturales las plantas de pinabete alcanzan una altura de 20 cm., en un año y bajo condiciones de invernadero se logra alcanzar 40 cm. durante el mismo tiempo.
- Las pérdidas de plantas por diferentes factores bajo condiciones de invernadero se reduce de 3 a 5% en comparación del 15% de pérdidas que se dan en condiciones naturales.

Fotografías de producción en invernadero, vivero y plantación en la estación Serchil se presentan en el anexo III.

III. CONCLUSIONES

1. El pinabete es una especie protegida por estar en vías de extinción, se encuentra amenazada debido al cambio de uso del suelo, al pastoreo, incendios forestales, utilización de ramillas para la fabricación de árboles decorativos navideños, escasa producción de semilla, poca viabilidad de semilla, bajo porcentaje de germinación y poca sobrevivencia en reforestación, por lo que es necesario su producción en vivero independientemente para el fin que se desee producir.
2. Para la producción de plantas de pinabete es importante la selección de los árboles de los cuales se va a recolectar la semilla, tomando en cuenta que estos serán los padres de las futuras plantaciones y que las características de los árboles se heredan. Dentro de un mismo árbol pueden existir conos buenos y malos por lo que debemos tener el cuidado necesario de seleccionar los mejores a fin de que la semilla que obtengamos sea la mejor y de buen porcentaje de germinación.
3. La producción del pinabete en vivero requiere de mucho cuidado, ya que para llegar a obtener una planta que este lista para llevar al campo definitivo se necesita alrededor de 1 ½ a 2 años de mantenimiento en vivero.
4. Para que la producción de plantas de pinabete en vivero sea exitosa debemos de tomar en cuenta las siguientes consideraciones: a) preparación de mezcla del suelo o sustrato de germinación de forma adecuada, de tal manera que brinden las mejores condiciones para el desarrollo de las semillas y posteriormente de las plántulas, b) La elaboración de los semilleros debe realizarse en los meses que presenten las mejores condiciones climáticas, c) Se deben de realizar adecuadamente las labores culturales y fitosanitarias para favorecer el crecimiento de las plantas y evitar pérdidas por muerte ocasionadas por ataque de plagas y enfermedades

5. La adecuada producción en el vivero nos permite obtener plantas de buena calidad, lo cual aunado al adecuado transporte y a las buenas prácticas silvícolas se traduce en sinónimo de éxito para el establecimiento de futuras plantaciones.

IV. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para la recolección de semillas de pinabete escoger o seleccionar los mejores árboles semilleros para lo cual se debe de tomar en cuenta que sean árboles maduros (30 a 40 años de edad), dominantes, sanos vigorosos y de buena forma (copa de forma cónica, tronco recto y cilíndrico), lo cual garantizara la producción de árboles de pinabete de buena calidad.
2. Los conos a recolectar deben de ser los mejores (grandes, cerrados, sanos y maduros) y se les debe de dar un buen beneficio a fin de que la semilla que se obtenga sea la mejor y de buen porcentaje de germinación.
3. para la preparación de la mezcla del sustrato de germinación de pinabete se recomienda utilizar dos partes de tierra negra, una de arena y una de broza de preferencia de bosques de pinabete, esta mezcla debe de desinfectarse utilizando fungicidas e insecticidas para evitar daños por plagas y enfermedades.
4. Los semilleros deben de elaborarse en los meses comprendidos de marzo a mayo debido a que en esta época los descensos de temperatura no son bruscos especialmente durante la noche y la madrugada, los semilleros deben cubrirse con pajón, ramas secas, zacate, etc., para protegerlos, deben de regarse dos a tres veces por semana, en las primeras horas del día o por la tarde utilizando bomba de mochila o regaderas de mano con pichacha fina.
5. para favorecer el desarrollo vigoroso y sano de las plántulas de pinabete en los germinadores deber de efectuarse los adecuados cuidados culturales y fitosanitarios, como control de aves, roedores, maleza, enfermedades y plagas.
6. se recomienda realizar el transplante de las plántulas de pinabete a bolsas entre los 30 a 40 días después de germinadas las semillas, debido a que a mayor tiempo es menor el porcentaje de prendimiento, posteriormente al transplante a las bolsas hay que colocarles un tapesco que proteja a las plantas principalmente de las heladas y de los rayos directos del sol.

7. Las plantas en bolsa deben de fertilizarse a partir de los 30 a 45 días después del trasplante, utilizando abonos químicos como el 15-15-15, o el 20-20-0 de 0.5 a 1 gramo/bolsa o abonos orgánicos como gallinaza, estiércol de ganado ovino, bovino, caballar.

V. BIBLIOGRAFÍA

1. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1,999. Diagnóstico de las poblaciones naturales de pinabete. Guatemala. 60 p.
2. FAO, GT. 2001. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra en Guatemala. Guatemala. Esc. 2.000,000. Color.
3. Godínez, SM. 2003. Manejo silvicultural de plantaciones. *In* Taller de capacitación de personal de INAB región VI y técnicos municipales (2003, Sololá, GT). Guatemala, USAC, CUNOROC. 12 p.
4. Hernández, G. 2003. Recolección y procesamiento de semillas forestales (coníferas). Guatemala, INAB / BANSEFOR. 12 p.
5. Holdridge, LR. 1969. Zonificación ecológica de Guatemala, según sus vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 400 p.
6. ICAITI (Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, GT). 1995. Proyecto de leña y fuentes alternas de energía. Guatemala. 64 p. (ICAITI-ROCAP no. 596-0089).
7. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal Coordinación de Pinabete, GT). 2006. Manual de manejo silvicultural de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) con fines navideños. Guatemala. 32 p.
8. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1977. Tablas de volúmenes para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala, Proyecto PNUD / FAO / GUA / 72 / 006. 26 p.
9. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT); FAO, NL. 1983. Manual de viveros forestales en la sierra peruana. Lima, Perú. 123 p.
10. Mittak, WL. 1978. Manual 2 para la recolección de semillas forestales. Guatemala, INAFOR / BANSEFOR / FAO / TCP. 41 p.
11. Peñalonzo, R; Zanotti, JR. 1989. El pinabete (*Abies guatemalensis*), su producción para árbol navideño. Guatemala, Dirección General de Bosque y Vida Silvestre. 19 p.
12. Rifle, J; Smith, R. 1997. Nursery diseases of western conifers (en línea). USA, U.S. Department of Agriculture Forest Service. 8 p. Consultado 15 abr 2008. Disponible en www.na.fs.fed.us/.../nur_diseases.htm
13. Rodas Zamora, J (comp.). 1966. El pinabete. Guatemala, Ministerio de Agricultura, División Forestal. 18 p.

14. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
15. Strandby, U; Prado, J; Brauner, U; Kollman, J. 2007. Provenance variación in germinación and seedling growth of *Abies guatemalensis* Rehder (en línea). Guatemala, Forest Ecology and Management. 10 p. Consultado 12 abr. 2008. Disponible en www.elsevier.com/locate/foreco
16. Velásquez, M. 2005. La sucesión ecológica una opción para recuperar áreas de pinabete (*Abies guatemalensis* rehder) en Guatemala (en línea). Guatemala, INAB. 8 p. Consultado 10 abr. 2008. Disponible en www.dama.gov.co
17. Zanotti, JR. 1990. El pinabete (*Abies guatemalensis*). Guatemala, Dirección General de Bosques y Vida Silvestre. 14 p.
18. Zanotti, JR; Galloway, G. 1996. Manejo de plantaciones de coníferas: guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 61 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 6).

VI. ANEXOS

ANEXO I

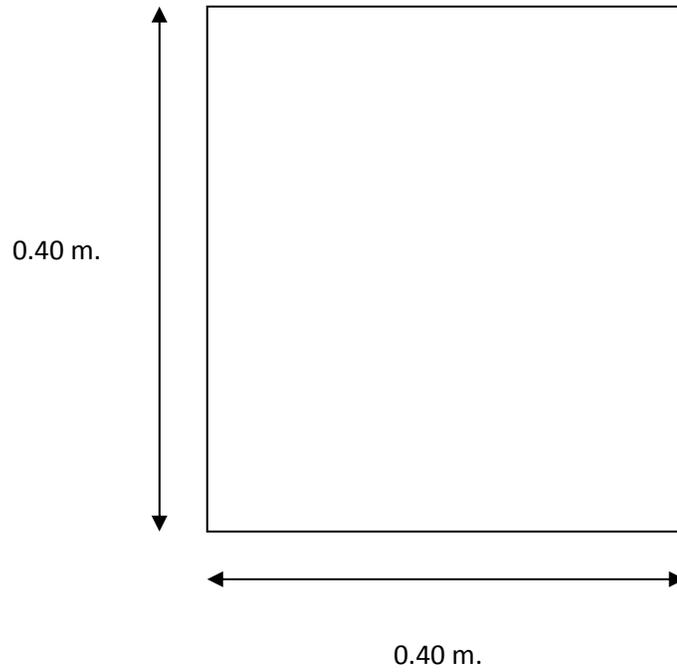
UNIDAD EXPERIMENTAL:

Figura 17A. Dimensiones de una unidad experimental

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

Cuadro 2A. Resultados obtenidos de la germinación de semilla de pinabete en los diferentes tratamientos

A1B3 12	A2B1 18	A3B2 4	A2B2 19	A1B1 4	A3B3 21	A2B3 5	A3B1 3	A1B2 18
A3B2 6	A1B1 12	A2B3 15	A1B2 10	A2B1 12	A3B3 14	A1B3 21	A2B2 20	A3B1 13
A2B3 8	A1B2 5	A3B1 6	A3B3 15	A1B1 17	A2B2 10	A1B3 12	A3B2 14	A2B1 19

Cuadro 3A. Ordenamiento de resultados de germinación de semilla de pinabete por tratamiento

BLOQUES						
SUSTRATO	SEMILLA	R1	R2	R3	Yij.	MEDIA
A.V.	S.M.	4	12	17	33	11
A.V.	QUET.	18	10	5	33	11
A.V.	TOTO	12	21	12	45	15
Parcela Grande	Yi.k	34	43	34	111	
A.P.	S.M.	18	12	19	49	16.3
A.P.	QUET.	19	20	10	49	16.3
A.P.	TOTO	5	15	8	28	9.33
Parcela Grande	Yi.k	42	47	37	126	
T.N.	S.M.	3	13	6	22	7.33
T.N.	QUET.	4	6	14	24	8
T.N.	TOTO	21	14	15	50	16.6
Parcela Grande	Yi.k	28	33	35	96	
BLOQUES		104	123	106	Y... 333	

Cuadro 4A. Sumatoria de resultados de las repeticiones de germinación por tratamiento

	S.M.	QUET.	TOTO	Yi.
A.V.	33	33	45	111
A.P.	49	49	28	126
T.N.	22	24	50	96
Yj.	104	106	123	Y...333

Cuadro 5A. Resumen del Análisis de Varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 5%
Bloques	2	24.22	12.11	----	----
A	2	50.00	25.00	5.23 ns	6.94
P.G.	5	93.33	18.67	----	----
Error A	4	19.11	4.78	----	----
B	2	24.22	12.11	0.314 ns	3.89
AB	4	268.45	67.11	1.74 ns	3.26
Error B	12	462.00	38.5	----	----
Total	26	848.00	32.62	----	----

Referencia.

- Ns = No hay significancia significativa entre los tratamientos.
- * = Presenta significancia estadística entre los tratamientos.

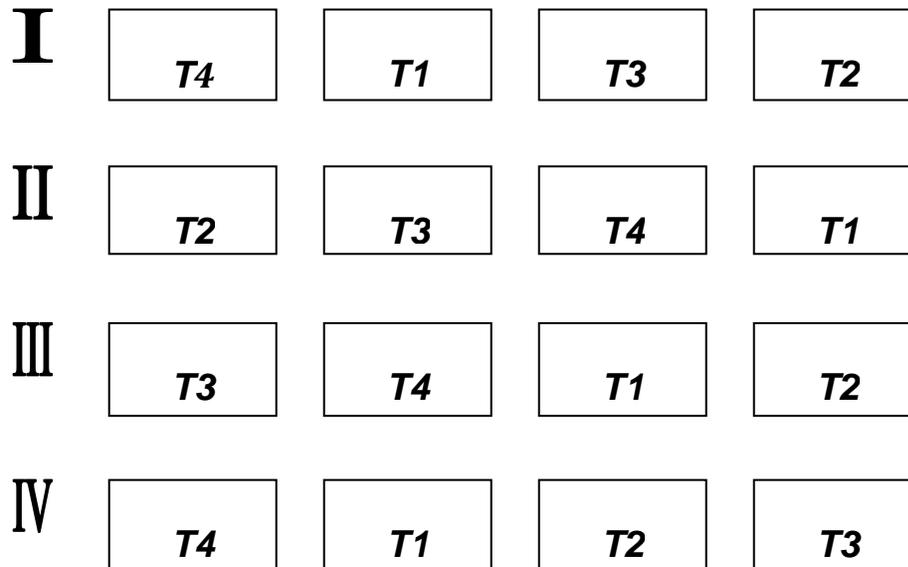
$$\text{C.V.} = (\sqrt{\text{CMV}/U}) * 100$$

$$\text{C.V.} = (\sqrt{4.78/12.33}) * 100$$

$$\text{C.V.} = 17.73\%$$

ANEXO II

Cuadro 6A. Croquis de campo y aleatorización de los tratamientos



Las dimensiones de cada uno de los tratamientos fue de 1.5 metros de largo 0.15 metros de alto 0.90 metro de ancho.

Unidades experimentales

T 1 = tierra negra (testigo)

T 2 = broza de pinabete

T 3 = arena pómez

T 4 = tierra + broza

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Cuadro 7A. Promedio general de las lecturas realizadas en el campo en los tratamientos y repeticiones usando el diseño bloques al azar, para realizar el análisis estadístico

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	ΣY_i	\bar{Y}
Tierra negra	3	2	3	3	11	2.75
Arena pómez	0	0	0	1	1	0.25
Broza de pinabete	3	4	4	5	16	4
Tierra + broza	6	8	8	9	31	7.75
ΣY_j	12	14	15	18	59	\bar{Y} 3.69

Cuadro 8A. Análisis de varianza ANDEVA

FV	GL	SC	CM	FC	FT 5%
TRATAMIENTOS	3	117.19	39.06	97.65	3.86
BLOQUES	3	4.69	1.56	3.9	3.86
ERROR	9	3.62	0.40		
TOTAL	15	125.5			

En este cuadro se puede notar que el factor calculado es mayor que el factor tabulado, esto nos indica que existe diferencia entre los tratamientos y se recomienda una prueba múltiple de medias, para identificar el o los mejores tratamientos.

a) Regla de decisión:

1. si la $FC > o =$ que la FT se rechaza la H_0 , se acepta la H_a
2. si la $FC < o =$ que la FT se rechaza la H_a , se acepta la H_0 .

b) coeficiente de variación mediante la formula:

$$C.V = \frac{\sqrt{\underline{CME} * 100}}{\bar{Y}}$$

$$C.V = \frac{\sqrt{0.40 * 100}}{3.69}$$

$$C.V = 17.14\%$$

Prueba de tuckey

Cuadro 9A. Ordenamiento de medias

	7.75	4	2.75	0.25
0.25	7.5	3.75	2.5	-----
2.75	5	1.25	---	-----
4	3.75	-----	----	-----
7.75	-----	-----	----	-----

$$WP = q_{\infty} * SX$$

$$SX = \sqrt{\frac{\underline{CME}}{r}}$$

$$q_{\infty} = (t, GL) = (4, 9)$$

$$SX = \sqrt{\frac{0.40}{4}}$$

$$q_{\infty} = 4.42$$

$$SX = 0.32$$

$$WP = 4.42 * 0.32$$

$$WP = 1.41$$

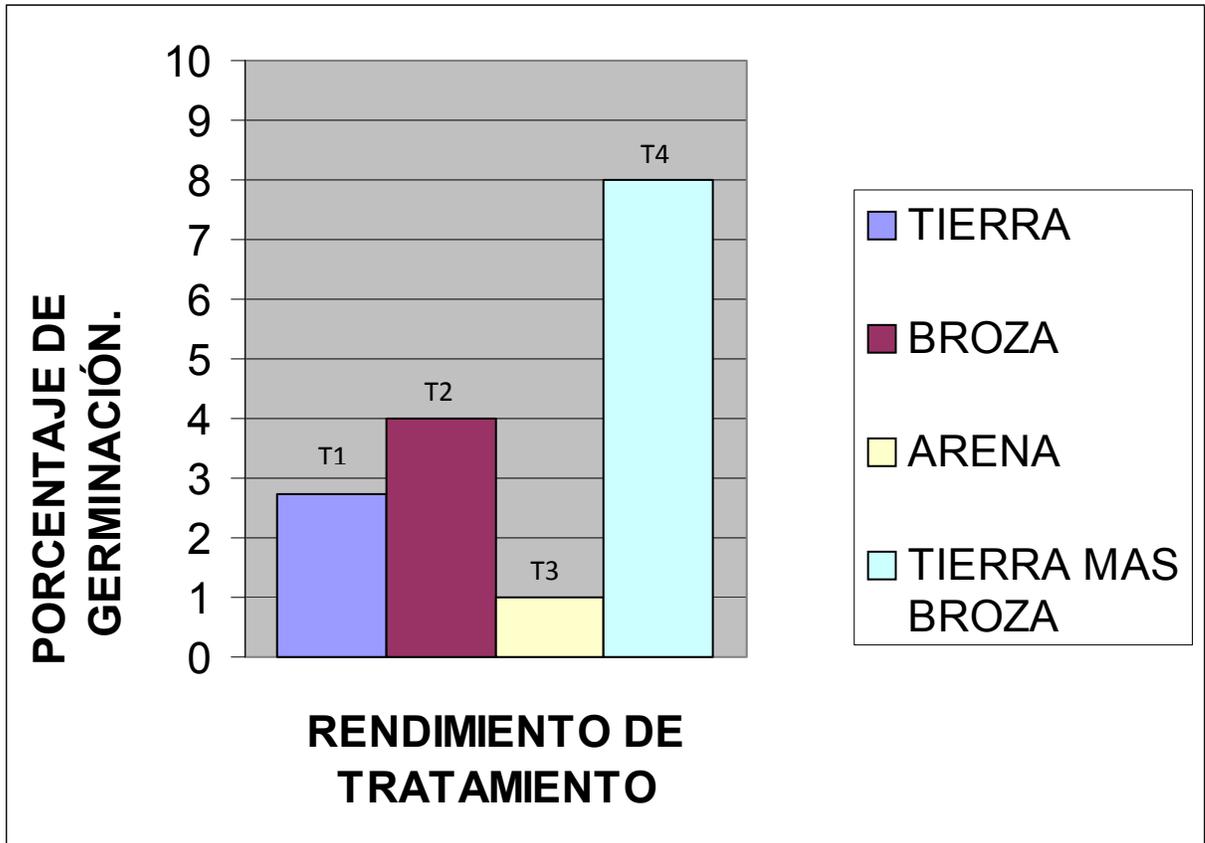


Figura 18A. Comportamiento del porcentaje de germinación y rendimiento de cada sustrato utilizado en la investigación de pinabete (*Abies guatemalensis*).

ANEXO III



Figura 19A. Plantas de pinabete 2.5 años producidas en el vivero de la EFA.



Figura 20A. Plantas de pinabete 2.5 años producidas en el vivero de la EFA.



Figura 21A. Plantas de pinabete de 2.5 años producidas bajo condiciones de invernadero en la EFA de San Marcos.



Figura 22A. Plantas de pinabete de 1.5 años producidas bajo condiciones de invernadero en la EFA de San Marcos.



Figura 23A. Plantas de pinabete de 2.5 años producidas en el vivero forestal de la Estación Serchil de la EFA de San Marcos.



Figura 24A. Plantación de pinabete de 5 años en la estación Serchil de la EFA de San Marcos.



Figura 25A. Planta de pinabete de 5 años en la Estación Serchil de la EFA de San Marcos.



Figura 26A. Plantación de pinabete de 5 años en la Estación Serchil de la EFA de San Marcos.



Figura 27A. Plantación de pinabete de 5 años en la Estación Serchil de la EFA de San Marcos.