

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE AGRONOMÍA**



**PRUEBA DE SUSTITUCIÓN DE PEAT MOSS POR ASERRÍN EN SUSTRATOS PARA  
LA GERMINACIÓN DE *Pinus pinceana* Gordon, BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO.**

**POR:**

**HERNAN ALFONZO GOMEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Junio de 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMÍA**

**PRUEBA DE SUSTITUCION DE PEAT MOSS POR ASERRIN EN SUSTRATOS PARA  
LA GERMINACIÓN DE *Pinus pinceana* Gordon, BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO.**

**POR:**

**HERNAN ALFONZO GOMEZ**

**TESIS**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para**

**obtener el titulo de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA POR:**

-----  
**Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

-----  
**Dr. Mario E. Vázquez Badillo**

**COORDINADOR DE LA DIVISION**

**DE AGRONOMIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Junio de 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE AGRONOMÍA**

**PRUEBA DE SUSTITUCION DE PEAT MOSS POR ASERRIN EN SUSTRATOS PARA  
LA GERMINACIÓN DE *Pinus pinceana* Gordon BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO.**

**POR:  
HERNAN ALFONZO GOMEZ**

**TESIS**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para  
obtener el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA POR EL COMITÉ DE TESIS**

-----  
**Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga**  
**Presidente del jurado**

-----  
**Ing. Sergio Braham Sabag**  
**Sinodal**

-----  
**M.C. José Armando Nájera Castro**  
**sinodal**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Junio de 2008.**

## **PENSAMIENTOS FILOSOFICOS**

Preocuparse es como balancearse en una mecedora. Te da algo que hacer, pero no te lleva a ningún lado (RUDI).

Recuerda que el fracaso es la experiencia que precede al triunfo. Aprende a perdonar es un signo de grandeza ya que la venganza es un signo de bajeza (Mahatma Gandhi).

Sagaz es aquel quien ve la calamidad y procede a ocultarse, mas el inexperto pasa por alto y sufre las consecuencias (Anónimo).

## **TOMA TIEMPO**

Toma tiempo para pensar, este es el origen del poder.

Toma tiempo para leer, este es la fuente de la sabiduría.

Toma tiempo para orar, este es el mayor poder de la tierra.

Toma tiempo para perdonar, este es el secreto de la paz.

Toma tiempo para amar y ser amado, este es el privilegio dado por Dios.

Toma tiempo para cultivar la amistad, este es el camino de la felicidad.

Toma tiempo para jugar, este es el secreto de la eterna juventud.

Toma tiempo para reír, esta es la alegría del alma.

Toma tiempo para dar, esta es la esperanza de ayudar.

Toma tiempo para trabajar, esta es el precio del éxito (Anónimo).

Comienza haciendo lo que es necesario, después lo que es posible y de repente estarás haciendo lo imposible (San Francisco de Asís)

El fracaso es la prueba que antecede el éxito (Anónimo).

Una botella de vino medio vacía también está medio llena; pero una media mentira no será nunca una media verdad (Jean Cocteau).

Es mejor estar preparado para una oportunidad y no tenerla nunca, que tener una oportunidad y no estar preparado (Anónimo).

No es digno de saborear la miel quien se aleja de la colmena por miedo a las picaduras de las abejas (Shakespeare).

No llores porque las cosas hayan terminado, sonríe porque han existido (L. E. Boudakian).

La vida sólo se puede comprender mirando hacia atrás, pero sólo se puede vivir mirando hacia adelante (Kierkegaard)

Somos lo que hacemos, pero somos, principalmente, lo que hacemos para cambiar lo que somos (Eduardo Galeano).

Nuestro cerebro es el mejor juguete que se ha creado. En él se encuentran todos los secretos, incluso el de la felicidad (Charles Chaplin).

No hagas de tu vida un borrador, pues puede que no haya tiempo para pasarlo a limpio (A. Rossato).

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente quiero darle gracias a DIOS por darme la dicha de venir a este mundo, por conocer a muchas personas buenas, además de que me ha dado muchas bendiciones sin haber recibido nada a cambio de mi, por brindarme la oportunidad de concluir una etapa mas de mi vida culminando así, uno de mis mas grandes anhelos, el obtener una carrera profesional, por darme la paciencia para adquirir los conocimientos necesarios y salir avante ante las adversidades, por estar siempre acompañándome en cualquier momento de mi vida y nunca dejarme desistir, por haberme dado unos padres y hermanos tan maravillosos y por el mas preciado regalo que nos ha otorgado a cada uno de los seres humanos, **“la vida”**.

Antes de agradecer a **DON ANTONIO NARRO RODRIGUEZ**, quiero agradecer a las primeras instituciones que me forjaron hasta llegar a este grado:

A la **Escuela primaria “PFR. EUSEVIO M. JUVENTINO ROSAS, Nuevo Soyatitan, Mpio. de V. Carranza, Chiapas:**

Les agradezco a todos los profesores por los consejos y confianza que siempre me brindaron especialmente a los profesores **FABIAN y MARCELO** así, como los otros que me instruyeron en las áreas que imparte dicha institución.

A la **Escuela SECUNDARIA TECNICA No 54, SOYATITAN, MPIO. DE V. CARRANZA. CHIAPAS:**

Les agradezco a todos los profesores que me impartieron los cursos en sus diferentes áreas, durante los 3 años que me brindaron su apoyo de manera incondicional.

Al **CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLOGICO AGROPECUARIO No 46, V. CARRANZA, CHIAPAS:**

Les agradezco a todos los ingenieros, contadores y licenciados que me enseñaron y brindaron toda su confianza.

Y finalmente a la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO” a mi ALMA TERRA MATER**, por haberme abierto las puertas de sus aulas y con esto haberme formado como profesionista y guiado por el camino de la sabiduría.

Por lo tanto le agradezco de todo corazón a **DON “ANTONIO NARRO RODRIGUEZ”**, por haber iniciado una obra de gran valor social y de filantropía.

Al **DR. MIGUEL ÁNGEL CAPÓ ARTEAGA**, Le agradezco infinitamente por haber depositado su confianza en mi y la oportunidad de darme la tarea de llevar acabo este trabajo, así como también por todas las facilidades que me brindo para que este proyecto de investigación se concluyera. Y que es una magnifica persona con un gran sentido del humor, realmente es usted un gran ejemplo a seguir de quien siento una gran admiración y respeto. Que dios lo bendiga hoy siempre y de todo corazón le doy las gracias.

Al **M.C. JOSÉ ARMANDO NÁJERA CASTRO**, por colaborar en la revisión de la tesis y por su gran amistad brindada, en los pocos o tantos ratos que convivimos durante la carrera, así como el apoyo que me proporcionó en todo momento quiero expresarle mi mas sincera gratitud ya que como maestro y amigo es una excelente persona y no tengo palabras para describirlo, que dios lo colme siempre de dicha y felicidad junto con su familia.

Al **ING. SERGIO BRAHAM SABAG**, Por su valioso tiempo y asesorías brindadas para concluir este trabajo de investigación y que como maestro y amigo es una excelente persona a quien le estoy infinitamente agradecido por todos sus valiosos consejos y muchos o pocos ratos que convivimos. Que dios lo cuide siempre a usted y a toda su familia.

A don **MIGUEL SOSA**, Por su ayuda y colaboración en la realización de este trabajo de investigación.

A **ZITA Ma. SALAZAR** por su amistad y orientación que me brindo en el corto tiempo de haber convivido con ella.

Al futuro ingeniero parasitólogo **RUDI** por su amistad incondicional y la facilitación de su maquina para la culminación de este trabajo.

Al **departamento forestal** ya que mediante sus maestros académicos me brindaron la base y conocimientos necesarios para seguir adelante en todas mis actividades como estudiante. Al igual que a cada una de las personas que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

A mis compañeros de la generación **CIV** de ingenieros forestales, por el compañerismo, amistad que mantuvimos durante nuestra formación como profesionistas y por los gratos momentos que pasamos en lo poco o mucho que convivimos Alberto (tachi), Bernardo (narizón), Vicente (porki), Paulino (parda), Adán (tiesito), Erick (soya o gordo), Manuel

(zaca tuercas), Enrique (moreno), Jorge agosto (yogui), Madali (morena), Julio (chocorroles), Héctor Juan, Rosalino, Rubiel y a todos aquellos que en este momento se me escapan de la mente.

***A mis más grandes amigos:***

Que son José Luis Cauich, Darinel Torres, Roberto Carlos Hernández (alimentos), Raúl Alfonso, Erick Morales, Gleyber Guadalupe Che Moo, Rudi, Ever (camala), Karen (saltillo), Yoseni (parasitología), Karina (coita) y Elena (Morelos) (de la carrera de alimentos), David (Campeche), Donny, Yesenia Muños, Cirilo Cauhare, Yajaira Guadalupe especialmente a ti por tu gran sencillez y humildad que posees de quien me enamore profundamente lastima que hayamos terminado mal, aun así te admiro por tu gran fuerza y diligencia para hacer las cosas y de todo corazón te deseo lo mejor, que encuentres la felicidad que siempre has añorado. Desde que terminamos siempre estuviste en mi mente y corazón hasta la culminación de este trabajo, siempre estarás en un lugar muy especial dentro de mi corazón y como dijo cierto profeta:

**“cuando alguien se quiera ir, déjalo libre, si regresa es tuyo, si no, significa que nunca lo fue”**. Por lo tanto solo me resta desearte buena suerte y éxito en todo lo que te propongas, nunca dejes de luchar y cuando algo te agrade siempre sigue tu frase, la cual siempre llevaré conmigo que es **“lucha por ello, jamás te des por vencido”**. Échale todos los kilos a la escuela y ojala logres tu objetivo, que Dios te bendiga a ti y a toda tu apreciable familia y que los guie siempre por el camino del bien.

Y mis mas grandes amigos gracias por que siempre convivieron y compartieron experiencias conmigo, ya sea en las aulas o fuera de ella, y que en mis momentos de desesperanza siempre me apoyaron con sus sabios consejos dándome aliento y no dejarme nunca solo. Además de su gran amistad incondicional que siempre me mostraron en todo momento, por ello y todo lo demás aparte de considerarlos mis más grandes amigos los considero como mis hermanos, que **DIOS** los colme siempre de dicha y felicidad donde quiera que se encuentren cada uno de ustedes.

**QUIERO DISCULPARME, PORQUE ESTOY SEGURO QUE NO ME ALCANZARIAN LAS PALABRAS PARA EXPRESARLES MI MAS SINCERA GRATITUD HACIA USTEDES.**

## DEDICATORIA

**A mis padres:**

★ **SR. JESUS ALFONZO ARA**

★ **SRA. FRANCISCA GOMEZ HERNANDEZ**

Por su gran apoyo y confianza en mí, por luchar incansablemente con tal de que no me faltara nada, privándose de muchas cosas con tal de dárme las a mí y que a pesar del tiempo y la distancia siempre han estado ahí cuando más los he necesitado, ya sea para compartir gratos momentos o para darme los sabios consejos y así poder transitar por los caminos de la vida ya que esta no es algo que se nos da hecho y tenemos que forjarla abriéndonos paso ante los retos y adversidades que nos presenta esta. **“Los quiero mucho”**. **“Gracias DIOS por darme unos padres tan maravillosos”**.

**A mis hermanos:**

★ **SILVER ROSALINDO ALFONZO HERNANDEZ.**

★ **MARIA ITALIA ALFONZO GOMEZ.**

★ **MIGUEL DE JESUS ALFONZO HERNANDEZ**

★ **JESUS ALFONZO HERNANDEZ.**

★ **PANYANI ALFONZO GOMEZ.**

★ **LENIN BRAYAN ALFONZO GOMEZ.**

Por su cariño, palabras de aliento, confianza, comprensión y apoyo incondicional que me han brindado, por la unidad que hay entre todos nosotros y por los consejos bíblicos que me han dado, los cuales me han servido de mucho, les agradezco infinitamente por no dejarme nunca solo y en mis horas de desánimo y frustración han sabido alentarme de la mejor manera, realmente además de hermanos los considero como amigos. Gracias por ser como son. A ti **SILVER** mi estimado hermano mayor por apoyarme tanto en lo económico como en lo emocional, te admiro por la fuerza e inteligencia para hacer de la mejor forma posible todas las cosas, realmente eres un ejemplo a seguir, a ti **MARI** por tu confianza, cariño y amor que me tienes ya que siempre me has orientado desde niño para

ser un hombre de bien, gracias por corregirme siempre en todos mis errores haciéndome los notar y ayudarme de la manera mas gentil posible, siento una gran admiración por como eres y te aprecio muchísimo; a ti **MIGUEL** por ayudarme siempre en lo económico así como tus valiosos consejos que me han apartado de muchas calamidades, a **JESUS, PANYANI Y LENIN**, por su afecto y consejos que siempre me han brindado, por privarse de cosas con tal de dármelas a mi. Mi mensaje para ti **LENIN quien eres el más chico es**: ponle todo tu esfuerzo y dedicación a la escuela ya que te falta un gran camino por recorrer, pero con el apoyo de todos nosotros haremos que tu carga sea más ligera. A MIS PADRES, HERMANOS, CUÑADOS, SOBRINOS A TODOS USTEDES LES DEDICO MI TESIS DE LICENCIATURA PORQUE AL FINAL DE CUENTA SUS ESFUERZO NO FUE EN VANO Y SE VE COMPENSADO CON EL FRUTO QUE USTEDES CULTIVARON. GRACIAS DIOS POR PERMITIRME NACER CON UNA FAMILIA MARAVILLOSA DE LA CUAL ESTOY ENORMEMENTE ORGULLOSO.

#### **A MIS ABUELOS MATERNOS:**

★ + **SR. SEBASTIAN GOMEZ SANTIZ**

★ **SRA. ROSELIA HERNANDEZ ALFONZO**

Por el inmenso amor, cariño, cuidado, consejos y palabras de aliento que siempre me brindaron durante mi niñez hasta hoy. Especialmente a ti mi más preciada abuelita, por quererme tanto junto con todos mis demás hermanos que dios la colme siempre de dicha y amor y que dios le siga dando mas años de vida.

#### **A MIS ABUELOS PATERNOS:**

★ + **SR. JESUS ALFONZO AGUILAR**

★ **SRA. JOSEFA ARA GORDILLO**

Porque a pesar de todo se que me han querido de una u otra forma, que dios los bendiga siempre donde quiera que estén.

**A mis cuñados:**

Especialmente a **ARON Y MARIA HORTENCIA**, por brindarme siempre su apoyo incondicional, por saber que siempre contaba con ellos y darme siempre consejos con tal de animarme y no desistir. Gracias.

**A mis sobrinos (as):**

A mis mas bellos y hermosos angelitos que los quiero mucho a **ANA BRENDA YAZMIN, AIDAN MIGUEL, CHRISTIAN GAMALIEL, BRANDON EDWIN, MARIA BELEN, ARON, AZUCENA ABIGAIL, AIMER ASBEL Y BRICIAN SHIOMARA SALOME** A estudiar y ponerle todo el empeño del mundo a la escuela. Los adoro mis pequeños, que dios les de muchos años de vida y que siempre les vaya de lo mejor.

**A mi novia:**

**NORMA MUÑOZ MARINA**, quien cuando estaba devastado me abrió sus brazos y me acogió con su ternura, aquella que cuando no tenia animo de trabajar siempre me dio una palabra de aliento y mil razones para no llorar, diciéndome que la vida es tan hermosa como para perder tiempo pensando en el del pasado, diciéndome que el pasado es importante cuando el presente deja de serlo, gracias amor por todo lo que me has dado y espero estar pronto de regreso para estar junto a ti, si no pues te deseo lo mejor y te agradeceré bastante por devolver en mi, la confianza perdida. Espero y te vaya muy bien en la escuela y que logres tu objetivo planteado.

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS .....	IV
INDICE DE FIGURAS .....	V
I INTRODUCCION .....	1
1.1 Importancia del estudio .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo general .....	2
1.2.2 Objetivos específicos .....	2
1.3 Hipótesis .....	3
II REVISION DE LITERATURA .....	4
2.1 Descripción botánica de <i>Pinus pinceana</i> Gordon .....	4
2.1.2 Condiciones ecológicas .....	4
2.1.3 Distribución geográfica .....	5
2.1.4 Importancia .....	6
2.2 Germinación .....	6
2.3 Pruebas de germinación .....	6
2.3.1 Energía de germinación .....	6
2.3.2 Porcentaje de germinación .....	7
2.3.3 Velocidad de germinación .....	7
2.4 Emergencia .....	7
2.5 Factores intrínsecos .....	7
2.5.1 Latencia .....	7
2.5.2 viabilidad .....	8
2.6 Factores extrínsecos .....	8
2.6.1 Agua .....	8
2.6.2 Temperatura .....	9
2.6.3 Luz .....	9
2.6.4 Medio de cultivo .....	9

2.7 Sustrato-----	10
2.7.1 Clasificación de los sustratos -----	10
2.7.2 Características de los sustratos -----	10
2.7.3 Mezcla de los sustratos -----	11
2.7.4 Sustrato ideal -----	11
2.8 Descripción de los sustratos empleados -----	12
2.8.1 Aserrín -----	12
2.8.2 Peat moss-----	13
2.8.3 Perlita -----	14
2.8.4 Vermiculita -----	14
2.8.5 Osmocote -----	15
2.9 Trabajos afines-----	15
III MATERIALES Y METODOS -----	17
3.1 Descripción del área de estudio -----	17
3.1.2 Localización -----	17
3.1.3 Contenedores -----	17
3.1.4 Colecta de la semilla -----	17
3.1.5 Materiales utilizados-----	17
3.1.6 Actividades realizadas -----	18
3.1.7 Riego-----	19
3.2 Descripción de la metodología empleada-----	19
3.2.1 Diseño experimental-----	19
3.2.2 Modelo estadístico-----	19
3.2.3 Descripción de los tratamientos -----	20
3.2.4 Distribución de los tratamientos -----	21
3.2.5 Variables a evaluar -----	21
IV RESULTADOS Y DISCUSION-----	23
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	31
VI LITERATURA CITADA -----	34
VII APENDICE -----	38

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias Duncan para la energía de germinación con un alfa de 0.05 y 10 gl del error-----	23
Cuadro 2. Prueba de comparación de medias Duncan para la Velocidad de Germinación con un alfa de 0.05 y 10 gl del error-----	24
Cuadro 3. Prueba de comparación de medias Duncan para el porcentaje de germinación con un alfa de 0.05 y 10 gl del error-----	25
Cuadro 4. Prueba de comparación de medias Duncan para la variable altura con un alfa de 0.05 y 10 gl del error-----	27
Cuadro 5. Prueba de comparación de medias Duncan para la variable Diámetro Basal con un alfa de 0.05 y 10 gl del error-----	28
Cuadro 6. Prueba de comparación de medias Duncan para la variable sobrevivencia con un alfa de 0.05 y 10 gl del error-----	29

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación grafica de la energía de germinación en (días) de las plántulas en cada tratamiento -----	24
Figura 2. Representación grafica de la velocidad de germinación en (días) de las plántulas en los diferentes tratamientos-----	25
Figura 3. Representación grafica del porcentaje de germinación en (días) de las plántulas en cada tratamiento -----	26
Figura 4. Representación grafica de la altura promedio en (cm) de las plántulas de cada tratamiento -----	27
Figura 5. Representación grafica del diámetro basal promedio en (mm) de cada uno de los tratamientos -----	29
Figura 6. Representación grafica del porcentaje de sobrevivencia promedio de los diferentes tratamientos-----	30

## I INTRODUCCION

### 1.1 Importancia del estudio

La relación del hombre con el bosque se inicia desde antes de los primeros registros históricos. Sin embargo, en dichas épocas era difícil que el bosque representara para el hombre un recurso, tal y como entendemos actualmente esta idea. Para las sociedades primitivas el bosque era un elemento del ambiente con pocas oportunidades de uso; por tal motivo el bosque fue la apropiación irrestricta de los productos forestales (madera, plantas medicinales, fauna, etc.) y el desmonte para dar otros usos al suelo (Mendoza, 1993).

En la actualidad se ha comprendido que la explotación irrestricta de los recursos forestales por parte de la sociedad suele conducir al deterioro, cuando no a la destrucción de los bosques.

En México, a pesar de que los recursos forestales ocupan una gran extensión del territorio y que representan un recurso biológico y económico importante, estos no han podido ser conservados dentro de los márgenes de la legislación vigente. En México, hoy en día la deforestación crece a un ritmo alarmante y como consecuencia es motivo de la preocupación, por lo cual el gobierno ha implementado diversos programas para reforestación de áreas degradadas, las cuales han tenido poco o nulo éxito debido a factores de diferente índole, que abarcan desde la mala elección de semilla al momento de siembra en invernadero, hasta el establecimiento de la plantación (Sandoval et al., 2001, citado por Martínez, 2007).

Las características morfológicas y fisiológicas de las plantas al momento de plantarlas, son factores de capital importancia en el éxito inicial de una plantación; la producción de plantas de vivero debe tener por objetivo abastecer plantas de buena calidad en el tiempo apropiado, en las cantidades requeridas y al menor costo posible (Capó, 2001).

Hoy en día, existe una gran cantidad de materiales orgánicos que pueden ser utilizados como sustratos que pueden disminuir fuertemente el costo de producción de plántula, la selección de estos dependerá de la especie vegetal a sembrar, el tiempo, tipo de siembra, precio, disponibilidad y características de cada sustrato (Calderón, 2007, citado por Martínez, 2007).

En base a lo anterior el presente trabajo de investigación centra su atención en la utilización de diferentes concentraciones de aserrín de madera de pino (residuo orgánico) para probar si el peat moss puede ser sustituido en ciertas porciones o totalmente ya que este sustrato es el mas utilizado por los viveristas en la producción de plántulas de pinos y algunas latifoliadas pero tiene la desventaja de ser un sustrato de importación, con un costo elevado, no siempre esta disponible, etc., a diferencia del aserrín el cual existe en abundancia en México, y dado a las características de este lo hacen un sustrato orgánico deseable que puede ser utilizado como una alternativa viable para la producción de plántulas forestales de calidad.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Encontrar la proporción de aserrín que mas influya en el desarrollo óptimo de la plántula de *Pinus pinceana* Gordon, para ser utilizado después como patrón a seguir.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de aserrín en la velocidad, energía y porcentaje de germinación de plántulas de *Pinus pinceana* Gordon bajo condiciones de invernadero.

Evaluar la altura, diámetro y sobrevivencia a los 121 días después de haber establecido la siembra.

### **1.3 HIPOTESIS**

Ho: No existen diferencias significativas en el efecto de las diferentes concentraciones de aserrín, en la sobrevivencia, altura, diámetro, velocidad, energía y porcentaje de germinación de *Pinus pinceana* Gordon.

Ha: Existen diferencias significativas en el efecto de las diferentes concentraciones de aserrín, en la sobrevivencia, altura, diámetro, velocidad, energía y porcentaje de germinación de *Pinus pinceana* Gordon.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Descripción botánica de *Pinus pinceana* Gordon

Martínez (1948), menciona que pertenece a la familia pinaceae y comúnmente es llamada en su región de origen como: pino piñón, piñón rosa (San Luís Potosí), piñón blanco (Querétaro).

El mismo autor menciona que es un árbol de 6 a 12 metros de altura, tronco corto frecuentemente ramificado desde cerca de la base; copa redondeada; corteza grisácea; ramillas cenicientas, delgadas y colgantes, casi lisas, con la huellas de los fascículos apenas marcadas. Hojas aglomeradas en la extremidad de las ramillas en grupos de 3, ocasionalmente 4, de 6 a 8 cm., a veces hasta 10, rectas, anchamente triangulares, delgadas, de color verde claro, glaucas en sus caras internas; de borde entero; sin estomas en la cara externa y con ellos en las internas (4 hileras en cada una). Tienen un haz vascular y sus conductos resiníferos son externos, en número de 2; las paredes exteriores de las células del endodermo son delgadas; el hipodermo es delgado y parejo con dos hileras de células. Las vainas son pronto caedizas y miden unos 5 mm. Las yemas son cilíndricas y delgadas. Los conillos son largamente pedunculados, oblongos, ligeramente atenuados en ambas extremidades, con escamas gruesas, fuertemente aquilladas, y provistas de una punta gruesa dirigida hacia la base del cono. Conos suboblongos de 6 a 8 cm., a veces hasta 9, con pedúnculos de 20 mm.; simétricos, colgantes pronto caedizos, de color rojizo o amarillento naranjado, brillantes, con relativamente pocas escamas. Las semillas miden unos 12 mm., tienen color oscuro y es comestible. Carece de ala. A veces solamente se desarrolla una de las dos que corresponden a cada escama, la madera es suave y poco resinosa.

#### 2.1.2 Condiciones ecológicas

Perry (1991), menciona que *Pinus pinceana* se encuentra disperso en colinas rocosas y montañosas muy secas de la Sierra Madre Oriental. Las condiciones donde prospera esta

especie es en suelos calizos y desérticos, pedregosos, muy delgados y pobres en materia orgánica; sobre laderas de montaña y lomeríos donde pueda rodar con facilidad su semilla (Eguiluz, 1978).

*Pinus pinceana* forma rodales puros abiertos, a veces en manchones pequeños; pero también se le ve asociado con varios piñoneros y otras coníferas; su principal asociación es con especies de matorrales desérticos como *Mimosa zygophylla*, también con *Juniperus sp.*, *P. cembroides* zucc. *Yucca spp.* y muy rara vez con *P. nelsonii* Shaw; otras veces se asocia con *Quercus crassifolia* H. et B., *Prosopis laevigata* H et B. y *P. teocote* Schl. et Cham; su rango altitudinal se extiende desde los 1500 msnm en San Luis Potosí, hasta los 2700 msnm en Querétaro, siendo Coahuila a los 1900 msnm la altitud a la que se encuentra mas abundante (Eguiluz, 1978).

### **2.1.3 Distribución geográfica**

Martínez (1948), menciona que *Pinus pinceana* tiene una distribución restringida y que únicamente existe en Coahuila, Querétaro y que posiblemente se encuentre en Nuevo León.

Rzedowski (1978), menciona que los pinos piñoneros son comunidades ecológicamente sobresalientes pero que algunos de estos, tal es el caso de *P. edulis*, *P. maximartinezii*, *P. monophylla* y *P. nelsonii* al igual que *Pinus pinceana*, tienen distribución geográfica restringida en México y no constituyen elementos dominantes en los bosques, sino muy localmente.

Perry (1991), reporta que *Pinus pinceana* se encuentra dispersa en la Sierra Madre Oriental, principalmente en el estado de Coahuila y como pequeñas poblaciones dispersas en el estado de Zacatecas. Martínez (1948), reporta algunos lugares donde se colectó ejemplares de esta especie, en la "hacienda El Garambullo" y "El Fraile" Coahuila; Sierra "El Garambullo" y sierra "La Herradura", Parras, Coahuila; paso de Carneros, cerca de general cepeda, Coahuila; Sierra la concordia, Coahuila; Rancho "El maguey verde",

cerca de Camargo, Querétaro; La mesa, Hidalgo y Sierra Negra, 9 Km al sur de Parras, Coahuila.

#### **2.1.4 Importancia**

Eguiluz (1978), menciona que su madera se utiliza con fines domésticos, como leña, postes para cercas y muebles rústicos; sus piñones son comestibles y dentro de la región se venden tostados en el mercado; así mismo, puede ser una especie exitosa para programas de reforestación con fines de protección al suelo.

### **2.2 Germinación**

Moreno (1976), la define como la emergencia de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que son manifestaciones de la habilidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.

Meza (1965), define germinación como el brote y desarrollo de las estructuras especiales del embrión, que dependiendo de la clase de semilla de que se trate indican la capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables. No deben considerarse como germinadas las plantitas de semillero rotas, débiles, mal formadas o claramente anormales.

### **2.3 Pruebas de germinación**

#### **2.3.1 Energía de germinación**

(Ford – Robertson 1971, citado por FAO 1991), la define como el porcentaje, en número de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un periodo determinado (que se denomina el periodo de energía) el cual puede ser en óptimas o determinadas condiciones.

(Bonner et al., 1994), mencionan que es la proporción de germinación que ha ocurrido hasta el tiempo de germinación máxima o algún punto preseleccionado.

### **2.3.2 Porcentaje de germinación**

(Bonner et al., 1994), la definen como la proporción de una muestra de semillas que ha germinado normalmente en un período especificado de prueba, por lo general expresado como un porcentaje.

### **2.3.3 Velocidad de germinación**

Es aquella que se expresa en forma de valor máxima que es la germinación diaria media máxima (porcentaje acumulado de germinación de semilla llena dividido por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra) que se alcanza en cualquier momento del periodo del experimento (FAO, 1991).

## **2.4 Emergencia**

(Chávez, 1994), menciona que la emergencia es la etapa en la que la planta después de haber germinado, comienza a desarrollar las hojas embrionarias las cuales se alargan y se hinchan con la humedad. La emergencia es el siguiente paso después de la germinación que la plántula realiza al romper la superficie o sustrato (Krugman, 1974).

## **2.5 Factores intrínsecos**

### **2.5.1 Latencia**

(Hartmann y Kester, 1989), dicen que la latencia es un factor que impide a las semillas germinar hasta que las condiciones que las rodean sean las más favorables. Existen tres tipos de latencia:

- Latencia morfológica o exógena: es originada por tegumentos impermeables al agua y al paso de los gases, así como tegumentos resistentes a la acción mecánica.
- Latencia fisiológica o endógena: ocasionada por embriones fisiológicamente inmaduros, inhibidores químicos.
- Doble latencia: esta se origina por la combinación de una latencia morfológica y una fisiológica.

## **2.5.2 Viabilidad**

Es una característica fisiológica de la semilla mediante la cual es potencialmente capaz de germinar. Esta cualidad se ve influenciada por factores que actúan antes y después de la maduración de la semilla (Hartmann y Kester, 1989).

## **2.6 Factores extrínsecos**

### **2.6.1 Agua**

Meza (1965), menciona que el agua es uno de los requisitos esenciales para la germinación de las semillas antes de que pueda proseguir el crecimiento ya que es necesaria para los procesos tanto físicos como químicos que se dan en las semillas en germinación.

El agua es condición indispensable para la activación del metabolismo y la subsiguiente germinación. La absorción de agua suele efectuarse en tres fases, la fase inicial de rápida absorción, una fase intermedia en la cual el contenido de agua de la semilla permanece casi constante y una fase final de intensa absorción que esta relacionada con el alargamiento de las células y la aparición de la radícula (Besnier, 1988).

### **2.6.2 Temperatura**

Las diversas especies de semillas, requieren diferentes temperaturas para su germinación las semillas de especies tropicales y subtropicales, germinan a temperaturas constantes relativamente altas, de 30 a 35 °C o bien a temperaturas alternas de 20 y 35 °C (Moreno, 1976). En el sustrato o suelo es uno de los factores mas importantes ya que ejerce un importante efecto en la germinación, el desarrollo y crecimiento de la plántula (Niembro, 1986).

Meza (1965), nos dice que la temperatura afecta a las cantidades de reacciones químicas, la absorción de agua y el consumo de oxígeno de las semillas.

La temperatura es una de los factores más importante que regula la germinación y el crecimiento subsecuente de las plántulas (Hartmann y Kester, 1989), aunque por otra parte Krugman (1974), indica que las temperaturas muy altas o muy bajas inhiben la germinación de muchas semillas forestales.

### **2.6.3 Luz**

La luz inhibe la germinación de algunas clases de semillas mientras que la mayoría de las semillas necesitan esta para que se produzca una germinación completa (Meza, 1965). El efecto de la luz sobre las semillas depende de condiciones internas de estas y de algunos factores externos como la temperatura bajo la cual germinan (Krugman, 1974).

### **2.6.4 Medio de cultivo**

(Ansorena, 1994) menciona que el suelo mineral es el medio de cultivo universal para el crecimiento vegetal y que este sirve de soporte o anclaje a la planta además de suministrar a las raíces unas cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales. Por otra parte (Resh, 1987) determina que la elección del medio se ve influenciada según

la disponibilidad de este, costo, calidad y el tipo de método de cultivo hidropónico que va a ser empleado.

## **2.7 Sustrato**

La función del sustrato es proveer de humedad adecuada y sostén a las semillas durante su germinación (Moreno, 1976). El sustrato es todo material sólido distinto al suelo natural o de síntesis, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permita la germinación, así como el desarrollo de la planta (Abad, 1993).

### **2.7.1 Clasificación de los sustratos**

(Winsor 1990, citado por Ansorena 1994), clasifica a los sustratos en orgánicos (turba, corteza, etc.) e inorgánicos o inertes (perlita, vermiculita y otros), sin embargo esta última denominación se refiere a su estabilidad química o resistencia a la descomposición.

### **2.7.2 Características de los sustratos**

Propiedades físicas: las propiedades físicas dependen en gran medida de la distribución de tamaño de partículas, por lo que modificando o seleccionando adecuadamente esta última pueden conseguirse unas propiedades óptimas. Las propiedades físicas más importantes que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato son:

Granulometría : Es la presencia de partículas muy pequeñas que hacen disminuir la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida, ya que crece el número de micro poros o huecos pequeños que son los que retienen el agua y macro poros, que se hayan ocupados por aire.

Densidad y porosidad : La porosidad es el porcentaje de su volumen, que no se encuentran ocupado por fase sólida, es decir el cociente entre el volumen de poros y el volumen total que el medio ocupa en el contenedor. La densidad es el cociente entre la

masa de las partículas de medio de cultivo y el volumen que ocupan, sin considerar los poros y huecos, no depende del grado de compactación ni del tamaño de partícula (Ansorena, 1994).

### **2.7.3 Mezcla de los sustratos**

Las proporciones de los componentes de un sustrato afectan al crecimiento de las plantas al cambiar la porosidad, el drenaje, la aireación, disponibilidad de los nutrientes, el desarrollo microbiológico, etc., (Venator y Liegel, 1985).

(Tinus y Sthepen, 1979), dicen que para realizar una buena mezcla, el sustrato debe poseer, ligereza en peso, uniformidad en composición, accesibilidad económica, fácil disponibilidad, carencia de plagas y enfermedades, alta capacidad de intercambio cationico, elevada retención de humedad y buen drenaje y aireación.

Abad (1993), publica que es raro que un material reúna por si solo las características físicas, químicas y biológicas mas adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo; haciendo necesario en la mayoría de los casos, mezclas con otros materiales en distintas porciones, para adecuarlo a las condiciones requeridas.

### **2.7.4 Sustrato ideal**

El sustrato optimo para cualquier situación depende de varios factores entre los cuales destacan: las especies a cultivar y sus requerimientos, el volumen del recipiente, la disponibilidad de los materiales para su mezcla, la calidad física, química y biológica de los sustratos (Venator y Liegel, 1985).

Abad (1993), afirma que no existe el sustrato ideal, pero si el mejor medio de cultivo para cada caso en particular el cual va a depender de la especie vegetal, condiciones climáticas, tipo de material vegetal (semilla, estaca, plantas, etc.), aspectos económicos, entre otros.

## **2.8 Descripción de los sustratos empleados**

### **2.8.1 Aserrín**

Meza (1965), nos dice que el aserrín se recomienda como sustituto para la tierra y la arena ya que tiene varias cualidades, pero debido a los diferentes aceites y resinas que contiene la madera, es indispensable verificarlo ya que este puede contener sustancias tóxicas que son nocivas para las plantitas de semillas en germinación.

El aserrín presenta problemas de exceso de humedad por lo que debe mezclarse con partículas mas gruesas que aporten aireación en el compostaje, puesto que este material puede compactarse produciendo procesos anaeróbicos (Bures, 1997).

Resh (1987), menciona que el aserrín es especialmente popular en las zonas que posean una gran industria forestal y debido a la necesidad de establecer un cultivo sin suelo ya que estos en muchas ocasiones sufren infecciones provocadas por nematodos y algunas enfermedades que van unidas a la pobre estructura de algunos suelos, cosa que esta haciendo marginal el beneficio de cultivos al descubierto. Hoy en día, en la Columbia Británica, todos los invernaderos utilizan alguna de las formas del cultivo sin suelo, tanto para hortalizas como para flores.

El aserrín es adoptado como medio de cultivo, a causa de su bajo costo, ligereza y disponibilidad.

El mismo autor menciona que este tipo de material presenta ventajas y desventajas:

#### Ventajas

- 1.- Puesto que al igual que el cultivo en arena es un sistema abierto hay menos posibilidades de que se extiendan enfermedades como la Fusariosis o el Verticillium, especialmente en tomates.
- 2.- Buena aireación de las raíces.
- 3.- La alta retención de humedad por parte del aserrín evita cualquier stress hídrico.

4.- El aserrín siempre ha sido barato y fácil de conseguir en las zonas de grandes industrias forestales.

Desventajas:

- 1.- Es solamente utilizable en zonas con grandes industrias madereras.
- 2.- Debe esterilizarse con vapor o compuestos químicos.
- 3.- La posibilidad de conseguir un buen aserrín, y de calidad es cada vez menor inclusive en áreas con gran masa forestal.
- 4.- En los momentos de la cosecha, las acumulaciones salinas pueden alcanzar en el medio, niveles tóxicos para las plantas.
- 5.- Al principio pueden presentarse problemas de toxicidad por cloruro sódico en las plantas, si el medio no es bien lavado antes de la plantación.

### **2.8.2 Peat moss**

Es el componente básico del material a utilizarse en los recipientes para el cultivo de especies forestales. El Peat moss o turba es un termino general para muchos componentes separados y muchas otras mezclas de que se dispone comercialmente. Todas las turbas son pobres en minerales, requiriendo de fertilizantes para mantener el crecimiento de las plántulas, la acidez final debe valorarse en un rango de pH que va de 5.5 a 6.0 para las plantas de pino. Debido a que los estados minerales y ácidos de las turbas varían, se recomienda tener precaución en su compra de manera que la turba que se compre tenga el nivel de pH y los niveles nutritivos que se anuncian. El costo es uno de los obstáculos de la turba, particularmente cuando se importa del extranjero (Venator y Liegel, 1985).

La turba o Peat moss consiste en vegetación acuática, pantanosa o de cienega parcialmente descompuesta. La descomposición de los diferentes depósitos de turba varía ampliamente, dependiendo de la vegetación original, estado de la descomposición,

contenido mineral y grado de acidificación (Lucas y otros, 1971; Patek, 1965, citados por Resh, 1987).

Este mismo autor nos dice que la turba mas utilizada es la Sphagnum que esta formada por la deshidratación de residuos recientes o incluso partes vivas de plantas acidas de pantanos. Es relativamente estéril, ligera en peso y tiene una elevada capacidad de retención de agua, siendo generalmente picada antes de utilizarla como medio de cultivo.

### **2.8.3 Perlita**

La perlita es un material silíceo de origen volcánico, extraído de los ríos de lava. El mineral recién sacado se muele y cierne calentándolos en hornos a unos 1400 °F, temperatura a la cual se evapora el poco de agua contenida en las partículas. Las altas temperaturas en el proceso nos dan un material estéril. La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 6.0 a 8.0 aunque sin capacidad tampón, a diferencia de la vermiculita, no tiene capacidad de intercambio iónico y no contiene nutrientes minerales. Es mas útil para incrementar la aireación de las mezclas, ya que tiene una estructura muy rígida que, mientras dura, da lugar a que el tamaño de las partículas vaya disminuyendo conforme estas se parten con el uso (Resh, 1987).

### **2.8.4 Vermiculita**

Es un mineral con la estructura de la mica, y se prepara expandido por calor en hornos a temperaturas cercanas a los 2000 °F, el agua se convierte en vapor, separándose los estratos y formando trozos pequeños y porosos como esponjas, con la forma de una semilla. El calentamiento a tales temperaturas da lugar a una esterilización perfecta. Al expandirse toma un peso muy ligero con reacción neutra y buenas propiedades tampón, siendo insoluble en agua, si bien es capaz de absorber grandes cantidades de esta. Tiene una capacidad de intercambio de cationes relativamente alta y, por tanto, puede retener nutrientes en reserva e irlos cediendo posteriormente. Sus contenidos en magnesio y potasio, aunque bajos, son fácilmente disponibles por las plantas (Resh. 1987).

### **2.8.5 Osmocote**

Este es un fertilizante que libera lentamente las propiedades conforme las vaya necesitando las plántulas, el Osmocote 8-6-12 suministra una fuente continua de nitrógeno, fósforo y potasio durante el periodo de cultivo. El FTE 503 aporta lentamente hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno (Resh, 1987).

### **2.9 Trabajos afines**

Jiménez (2005), evaluó las diferentes concentraciones de sustratos en la producción de tomate y encontró que la perlita mas turba producen los mayores diámetros ecuatoriales de fruto, mientras que el aserrín mas perlita, generaron los menores tamaños del tomate y que para la variable altura y diámetro del tallo de la planta al final del ciclo no se encontraron diferencias significativas.

Martínez (2007), evaluó el efecto de diferentes sustratos en la germinación, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Pinus greggi* engelmann y encontró que la en los tratamientos compuestos por tierra de monte y arena, son suelos minerales con escaso contenido de materia orgánica, que al humedecerse favorecen la formación de una costra superficial dura que oponen resistencia a la emergencia de la plántula. Por lo tanto este tratamiento fue el presente el menor numero de semillas germinadas; mientras que en el tratamiento de aserrín o lodos residuales de uso domestico, presenta mejores resultados en cuanto a germinación de semillas pero este no se compara con el testigo el cual esta constituido por una mezcla de peat moss, perlita y vermiculita, obtuvo una mejor germinación, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas.

López (2007), evaluó el efecto de cuatro sustratos orgánicos en la sobrevivencia y crecimiento de *Pinus pinceana* Gordon, bajo condiciones de invernadero y encontró que para el diámetro de las plántulas el sustrato que presento mejor respuesta fue el que comúnmente utilizan los viveristas (Peat moss + perlita + vermiculita), con un promedio de

2.82 mm siendo esta, estadísticamente igual al tratamiento 2 (mezcla de aserrín) la cual alcanzo un promedio de 2.7 mm, para la altura encontró que el mejor sustrato fue la fibra de coco, con un promedio de 9.29 estadísticamente igual al testigo, y en tercer lugar con un promedio de 8.46, el aserrín y que para la sobrevivencia el aserrín es estadísticamente igual que las mezclas de fibra de coco y el testigo.

Lara (1996), realizó un aprueba de germinación y sobrevivencia en *Pinus cembroides* var. Zucc. sobre cuatro sustratos diferentes en etapa de vivero y encontró que para el porcentaje de germinación el que presento el mejor resultado fue el tratamiento 4 (carbón vegetal) con un 88.7% y que el tratamiento que presento el menor porcentaje de germinación fue el tratamiento 3 (tierra de monte + arena de rio + arena roja) con un promedio de 68.3%. Para el caso de la sobrevivencia y mortalidad el tratamiento 3 (tierra de monte + arena de rio + arena roja) fue quien obtuvo el mejor resultado.

Gaytan (2001), realizó una prueba de germinación de *Pinus cembroides* var. Zucc, en 8 sustratos diferentes y encontró que para la velocidad de germinación el tratamiento que contiene cisco de carbón promueve la germinación de igual forma que el sustrato comercial (promix) y que los tratamientos compuestos por tierra de monte y arena son suelos minerales con escasos contenidos de materia orgánica y al humedecerse forman una costra superficial dura que impide la emergencia de la plántula y que para las variables altura total, diámetro basal, peso de materia fresca, peso de materia seca y porcentaje de humedad encontró que los sustratos no influyen en el crecimiento de las plántulas de *Pinus cembriodes*.

## **III MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 Descripción del área de estudio**

#### **3.1.2 Localización**

El presente experimento se llevo acabo en el invernadero de la universidad que pertenece al departamento forestal, el cual esta ubicado dentro de las instalaciones del mismo, en Buenavista, saltillo, Coahuila; cuyas coordenadas geográficas son 25° 21' y 25° 22' de latitud norte y los meridianos 101° 01' y 101°03' de longitud oeste , con una altitud aproximada de 1754 msnm. (Lara, 1996).

#### **3.1.3 Contenedores**

Son envases o recipientes, los cuales contienen perforaciones en la parte posterior para un mejor drenaje, estos son útiles para la germinación de las semillas, ya que permiten que la raíz tenga movimientos y un mejor desarrollo, también le proporciona a la planta un medio de crecimiento, además el envase facilita el contacto, sistema radicular con el agua, nutrientes minerales y le sirve de soporte o anclaje a la plántula.

#### **3.1.4 Colecta de la semilla**

La semilla se colecto en Maguey Verde, municipio de Peña Miller, Querétaro, esta área se encuentra conformada principalmente de pinares mezclados. La colecta de esta fue lo mas homogénea posible, procurando que tuvieran el mismo peso, el mismo tamaño de cono y sin que presentaran lesiones causadas por agentes externos.

#### **3.1.5 Materiales utilizados**

Los materiales que se utilizaron en la elaboración de este experimento fueron los siguientes:

- Bascula de 450 grs. (health moter).
- Vasos desechables.
- 15 charolas de 77 cavidades.
- Semillas de *Pinus pinceana* Gordon de una localidad.
- Bolsas de polietileno.
- Escalimetro.
- Vernier.
- Libreta, formato de datos, marcador y etiquetas.
- Pluma.
- Aserrín
- Peat moss
- Perlita
- Vermiculita.
- Osmocote
- Agua
- Sistema de riego por aspersión.
- Veneno para ratas.

### **3.1.6 Actividades realizadas**

El aserrín se recolecto en el predio "la moneda", en la sierra la Marta en el municipio de Arteaga, Coah. 17 días antes de la siembra, el peat moss, la perlita, vermiculita y osmocote fueron compradas. El 11 de octubre del 2007 el aserrín fue expuesto al sol dentro de unas bolsas de polietileno con la finalidad de eliminar las cochinillas y tijeretas. Las mezclas de los sustratos se realizo el 24 de octubre del 2007, fecha en la cual se efectuó la siembra. Los contenedores fueron llenados cada uno con la proporción correspondiente de cada sustrato. En la siembra la profundidad contemplada fue de un centímetro de hondo y fue cubierta de acuerdo con el tamaño de la misma, utilizando el criterio básico que es dos veces el tamaño de la semilla; se depositó una semilla por cavidad en el contenedor, lo cual nos da un total de 1155 semillas.

### 3.1.7 Riego

El riego que se le aplico a este experimento fue el día de la siembra y después cada tercer día, mediante el sistema de aspersion con que cuenta el invernadero.

## 3.2 Descripción de la metodología empleada

### 3.2.1 Diseño experimental

Para este experimento se utilizó el diseño completamente al azar el cual constó de 5 tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

### 3.2.2 Modelo estadístico

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = parámetro observado en las diferentes variables observadas.

$i = 1, 2, 3, \dots, t$  (numero de tratamientos).

$j = 1, 2, 3, \dots, r$  (numero de repeticiones).

$\mu$  = es el efecto medio de la población.

$\alpha_i$  = es efecto del  $i$ -esima unidad experimental sujeta al  $i$ -esimo tratamiento.

$\sum ij =$  es el error del efecto de la j-esima unidad experimental sujeta al i-esimo tratamiento.

### 3.2.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos fueron llenados con diferentes proporciones de aserrín y peat moss, perlita, vermiculita; siendo el único constante el fertilizante osmocote. Las cantidades que llevaron cada tratamiento fueron:

Tratamiento 1(testigo):

10 litros de peat moss (33.3%).

10 litros de vermiculita (33.3%).

10 litros de perlita (33.3%).

130 grs de Osmocote.

Tratamiento 2:

8 litros de peat moss (25%).

8 litros de vermiculita (25%).

8 litros de perlita (25%).

8 litros de aserrín (25%).

130 grs de Osmocote.

Tratamiento 3:

4 litros de peat moss (14.3%).

8 litros de vermiculita (28.6%).

8 litros de perlita (28.6%).

8 litros de aserrín (28.6%).

130 grs de Osmocote.

Tratamiento 4:

8 litros de peat moss (28.6%).

8 litros de vermiculita (28.6%).

8 litros de perlita (28.6%).

4 litros de aserrín (14.3%).

130 grs de Osmocote.

Tratamiento 5:

10 litros de vermiculita (33.3%).

10 litros de perlita (33.3%).

10 litros de aserrín (33.3%).

130 grs de Osmocote.

### 3.2.4 Distribución de los tratamientos

Los diferentes tratamientos se distribuyeron de forma aleatoria a lo largo de la cama con sus respectivas repeticiones el cual quedo de la siguiente manera:

T2R3	T3R1	T3R3	T5R3	T1R3
T1R2	T4R1	T2R2	T5R1	T3R2
T5R2	T1R1	T4R3	T4R2	T2R1

### 3.2.5 Variables a evaluar

Para la evaluación de las variables establecidas se tomaron de la siguiente manera:

Para el caso del porcentaje de germinación: se tomo contando el numero total de semillas germinadas multiplicándolo por 100 y dividido entre el numero total de semillas sembradas. De esta manera fue hecha para cada tratamiento con su respectiva repetición,

la duración para medir esta variable fue de 30 días, después de la primera plántula germinada.

Para la variable velocidad de germinación se tomo el porcentaje de germinación total diaria media máxima y dividida entre el número de días transcurridos desde la fecha de siembra.

En el caso de la energía de germinación se tomo la lectura que consto en el número de días transcurridos que se necesitan para constituir el 50% de la capacidad de germinación, y ese es el resultado de la energía germinativa.

Para el caso de las variables altura, diámetro y numero de plantas vivas se realizo una muestra sistemática por cada tratamiento con su respectiva repetición la cual se hizo seleccionando 10 plántulas en la parte central de cada tratamiento dado a que en esta no sufren el efecto de borde. La medición del diámetro se efectuó en la base del tallo utilizando un vernier, para la altura se utilizo un escalimetro y se midió desde la base de la plántula hasta el ápice y para el caso del numero de plantas vivas solo se contó el numero de sobrevivientes hasta esa fecha. La lectura se hizo a los 121 días después de la siembra con la finalidad de saber cual tratamiento tenia mejor numero de sobrevivencia, mejor diámetro y mejor altura. Una vez obtenido todos los datos de campo se procedió hacer el análisis de varianza y agrupamiento Duncan mediante el paquete S.A.S versión 9.1.

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con el análisis de datos obtenidos en la presente investigación se presenta los siguientes resultados:

### **Energía, velocidad y porcentaje de Germinación**

El análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a las variables observadas (Apéndice 1, 2 y 3).

Esto significa que para las variables Energía, Velocidad y Porcentaje de germinación se puede sustituir al Peat moss con aserrín en las diferentes proporciones usadas en este experimento, sin causar diferencias en la Energía de Germinación, la Velocidad de Germinación y Porcentaje de Germinación (cuadros 1, 2 y 3)

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias Duncan para la energía de germinación con un alfa de 0.05 y 10 gl del error.

Tratamientos	Observaciones	Valor de Energía de Germinación	Agrupación Duncan
4	3	27.0000	A
1	3	26.6667	A
3	3	26.6667	A
2	3	26.6667	A
5	3	26.0000	A

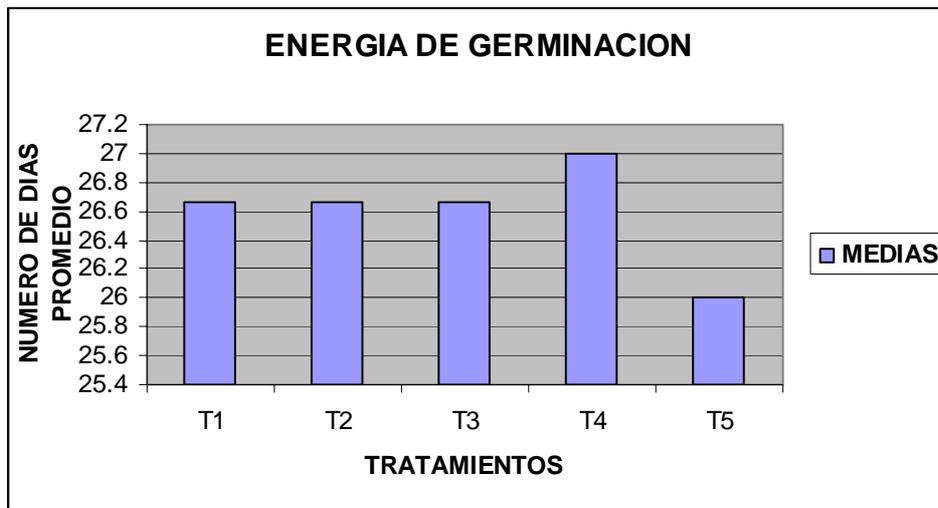


Figura 1. Representación grafica de la energía de germinación en (días) de las plántulas en cada tratamiento.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias Duncan para la Velocidad de Germinación con un alfa de 0.05 y 10 gl del error.

Tratamientos	Observaciones	Valor de Velocidad de Germinación	Agrupación Duncan
1	3	2.2800	A
2	3	2.1333	A
4	3	2.0167	A
3	3	1.9833	A
5	3	1.9733	A

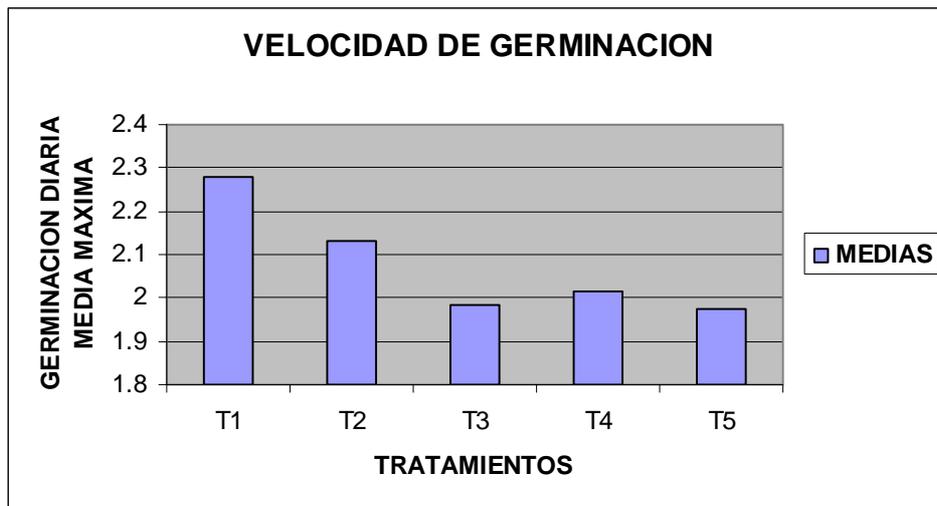


Figura 2. Representación grafica de la velocidad de germinación en (días) de las plántulas en los diferentes tratamientos.

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias Duncan para el porcentaje de germinación con un alfa de 0.05 y 10 gl del error.

Tratamientos	Observaciones	Valor del Porcentaje de Germinación	Agrupación Duncan
4	3	94.800	A
2	3	93.933	A
1	3	93.067	A
5	3	90.533	A
3	3	88.300	A

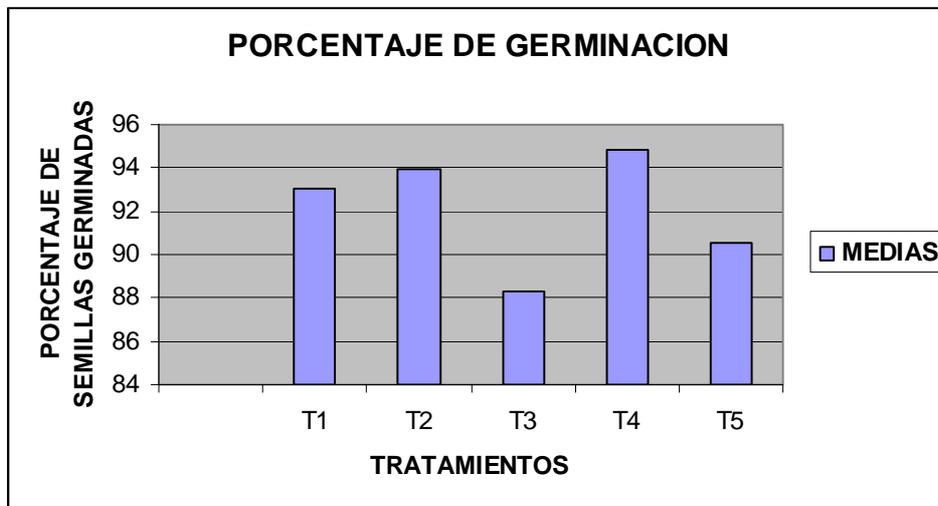


Figura 3. Representación grafica del porcentaje de germinación en (días) de las plántulas en cada tratamiento.

### Altura

El análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable Altura (apéndice 4), por lo tanto no existe diferencia entre los sustratos, esto significa que el tratamiento 5, el que tiene mas aserrín de todos y el tratamiento 1, que no tiene aserrín son iguales, por tanto, la altura de las plantas no se ve afectada por la adición de aserrín (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias Duncan para la variable altura con un alfa de 0.05 y 10 gl del error.

Tratamientos	Observaciones	Valor de la Altura	Agrupación Duncan
1	3	7.3967	A
2	3	7.2633	A
3	3	7.1000	A B
5	3	6.3900	A B
4	3	6.0467	B

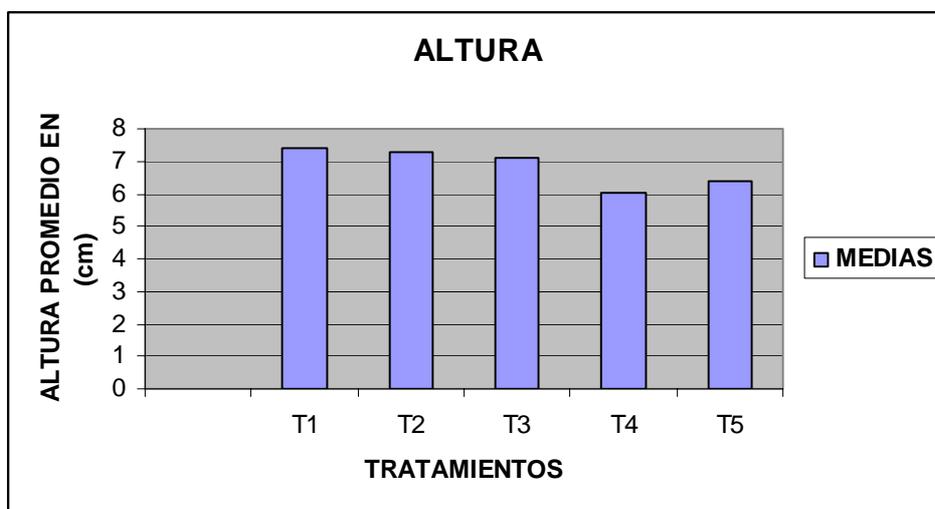


Figura 4. Representación grafica de la altura promedio en (cm) de las plántulas de cada tratamiento.

## Diámetro Basal

El análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable Diámetro Basal (apéndice 5), en la agrupación Duncan muestra que el tratamiento 5 que tiene 33.3% de proporción de aserrín dio plantas de menor diámetro que el tratamiento 1, sin aserrín. Los tratamientos 3 (28.6%), 2 (25%) y 4 (14.3%) son semejantes al tratamiento 1, por lo que se concluye que se puede sustituir el Peat moss en la mezcla hasta en un 28.6% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias Duncan para la variable Diámetro Basal con un alfa de 0.05 y 10 gl del error.

Tratamientos	Observaciones	Valores del Diámetro Basal	Agrupación Duncan
1	3	0.1580	A
4	3	0.1250	A B
2	3	0.1237	A B
3	3	0.1210	A B
5	3	0.1167	B

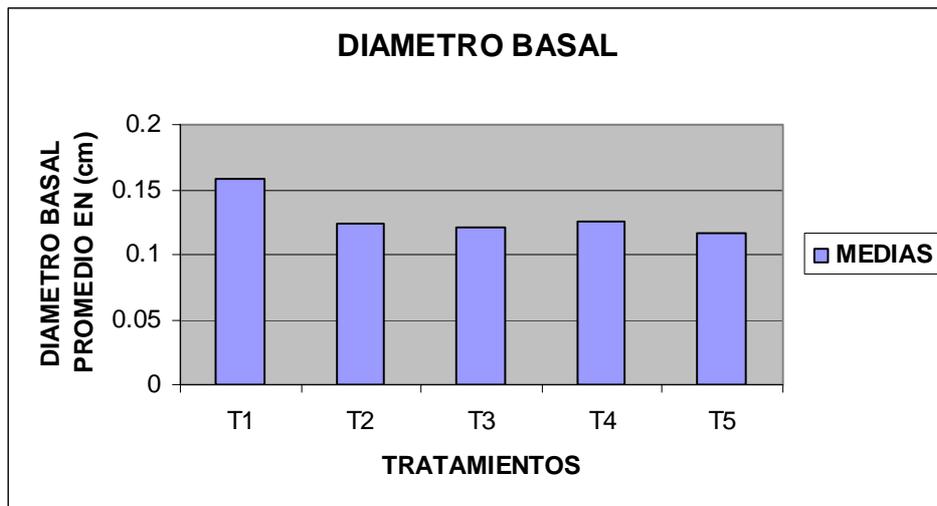


Figura 5. Representación grafica del diámetro basal promedio en (cm) de cada uno de los tratamientos.

### Sobrevivencia

El análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la sobrevivencia (apéndice 6), en la agrupación Duncan muestra que todos los tratamientos son iguales y que al agregar aserrín hasta en un 33.3% no afecta la sobrevivencia a los 121 días de haber establecido el experimento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias Duncan para la variable sobrevivencia con un alfa de 0.05 y 10 gl del error.

Tratamientos	Observaciones	Valor de la Sobrevivencia	Agrupación Duncan
4	3	72.667	A
1	3	71.333	A
2	3	71.333	A
5	3	68.667	A
3	3	68.000	A

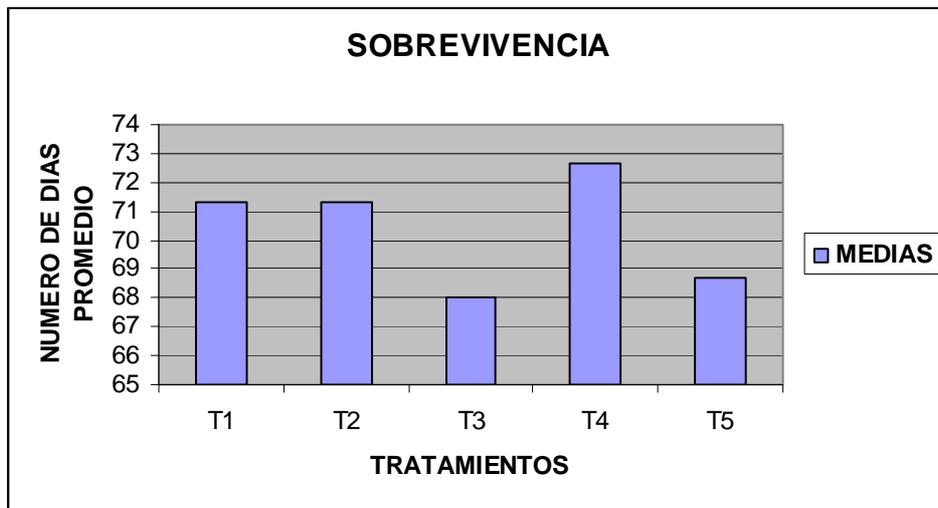


Figura 6. Representación grafica del porcentaje de sobrevivencia promedio de los diferentes tratamientos.

## V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Considerando las hipótesis y objetivos planteados en relación con los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

En la variable Energía de Germinación no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos; la agrupación Duncan nos muestra que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, aunque numéricamente el que tiene un mejor promedio es el tratamiento 4 con una media de 27, seguida del tratamiento 1 (testigo) con una media de 26.6, puesto que no hay diferencia estadística se acepta la hipótesis nula, ya que las diferentes concentraciones de aserrín no afectan la energía de germinación.

En lo que respecta a la Velocidad de Germinación de las semillas en los diferentes tratamientos se observó que no hubo diferencias significativas en ningún tratamiento lo que significa que realmente puede ser sustituido el Peat moss por aserrín en diferentes proporciones sin afectar la velocidad de germinación. La agrupación Duncan indica que todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

En la variable Porcentaje de Germinación al igual que las dos anteriores tampoco presenta diferencia estadística significativa; por lo tanto podemos utilizar el aserrín hasta en un 28.6 % y no afecta el Porcentaje de Germinación. Numéricamente el mejor fue el tratamiento 4 con un promedio de 94.8% y un porcentaje de aserrín igual a 14.3%, seguida del tratamiento 2 con 25% de aserrín y un promedio de 93.9 de porcentaje de germinación esto significa que para esta variable el aserrín contribuye a ser una mezcla deseable y se puede reducir el porcentaje de peat moss y no representaría un factor limitante al momento de la germinación.

En el caso de las variables altura, diámetro y sobrevivencia ninguna arroja diferencia significativa en el análisis de varianza.

En la agrupación Duncan para la variable Supervivencia muestra que todas son estadísticamente iguales y que se puede agregar hasta un 33.3% de aserrín y este no afectaría en nada a la Supervivencia de las plántulas.

En la variable Altura al realizar el agrupamiento Duncan muestra que si hubo diferencias entre los tratamientos pero que el tratamiento 5 quien tiene mas aserrín que los otros es igual al tratamiento 1(testigo), por lo tanto significa que el Peat moss puede ser reemplazado por el aserrín, sin afectar la altura de las plántulas a los 121 días de haber establecido el experimento.

En el caso del Diámetro Basal también presento diferencias estadísticas en las cuales el tratamiento 5 dio plantas de menor diámetro que el tratamiento 1 (testigo), aunque los tratamientos T4, T2 y T3, son estadísticamente iguales al tratamiento 1, lo cual da como resultado que el aserrín se puede mezclar hasta en un 28.6% sin afectar el diámetro de las plántulas a los 121 días.

En conclusión tenemos que el sustrato que dio mayor altura y diámetro basal fue el testigo, y que para estas variables el aserrín puede utilizarse hasta un 28.6% y no las afectaría. Para el caso de las variables supervivencia, porcentaje, velocidad y energía germinativa, por los resultados obtenidos muestran que al reducir el porcentaje de peat moss y aumentar el porcentaje de aserrín hasta un 33.3% no afecta a dichas variables, lo que significa que el peat moss puede ser sustituido y con esto reducir costos en la producción de plántulas.

## **Recomendaciones**

❖ Se recomienda la utilización de aserrín en proporciones de hasta un 33.3% para reducir el porcentaje de peat moss y con esto el costo de producción de plántulas además, de que el aserrín es un producto orgánico y este en ocasiones los grandes aserraderos queman este, provocando así la contaminación de la atmósfera.

- ❖ Se recomienda un estudio de costo-beneficio para determinar la factibilidad económica del aserrín contra el peat moss.
  
- ❖ Se recomienda seguir realizando trabajos similares, pero con diferentes especies para ver si en otras se comporta igual o mejor aun; ya que como se observó las diferentes dosis de aserrín fueron estadísticamente igual al testigo, por lo tanto eso significa que es recomendable su utilización.
  
- ❖ Se recomienda desinfectar el aserrín ya que como es materia orgánica en descomposición contiene hongos que en algún momento dado puede ser dañino para las plántulas, el aserrín cuando esta fresco contiene sustancias toxicas que impiden la germinación de la semilla, por lo tanto es mas recomendable utilizar aserrín que ya tiene tiempo en descomposición.
  
- ❖ De los diferentes resultados obtenidos en las diferentes proporciones de aserrín, se recomienda seguir las observando en el invernadero o establecer un experimento en campo con estas plántulas para ver que comportamiento toman las plántulas ya que en este experimento solo se observo durante 121 días.
  
- ❖ Se recomienda hacer pruebas para hacer mezclas con diferentes materiales orgánicos, dependiendo del costo, tipo de material vegetativo, tiempo, objetivo, con la finalidad de disminuir el costo de producción de plántulas.

## VI LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos, inventarios y características. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España. P 65–79.
- Ansorena, M.J. 1994. Sustratos. Primera edición. Editorial Mundi-Prensa. México. 172 p.
- Bernat, J.C., Andrés, V.J. y Martínez R.J. 1990. Invernaderos, Construcción, Manejo, Rentabilidad. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 190p.
- Besnier, F., 1988. Semillas: Biología y Tecnología. Editorial Mundi-Prensa. España. 637 p.
- Bonner F.T., Vozzo J.A., Elam W.W., And Land S.B., JR. 1994. Tree Seed Technology Training Course, Student Outlino.
- Capó, A.M.A. 2001. Establecimientos de Plantaciones Forestales: Los ingredientes del éxito. Ed. UAAAN. México.
- Chávez R.R. 1994. Fisiología y Morfología de plántulas en diez procedencias de pinus greggii elgelmann, en invernadero. Tesis licenciatura. UAAAN. 66p.
- Eguiluz, P.T. 1978. Ensayo sobre integración de los conocimientos sobre el genero pinus en México. Tesis profesional. Departamento de bosques. UACH, estado de México.
- FAO, 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos, copilado por R.L Willan para el centro de semillas forestales de DANIDA.

- Gaytan M. D.M. 2001. Prueba de germinación de *Pinus cembroides* var. Zucc. en ocho sustratos diferentes. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hartmann, H.T. y Kester. D.E. 1989, Propagación de plantas: principios y prácticas. Tercera Impresión. Editorial C.E.C.S.A. México.
- Jiménez A. J. 2005. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en dos sustratos hidropónicos a solución perdida. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Krugman, S. L. y J. L. Jenkinson. 1974. Pinus I In: Seeds of woody plants in The United States. USA. Forest service, Agriculture Handbook No 405. USA. 598 – 638 p.
- Lara R.D. 1996. Prueba de germinación y sobrevivencia en *Pinus cembroides* Zucc. sobre cuatro sustratos diferentes en etapa de vivero. Tesis licenciatura. UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- López, F.V. 1994. Latencia y viabilidad de semillas de apio (*Apium graveolens* var. dulce L.) en respuesta a fertilización. Tesis licenciatura. UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- López, M.R.A. 2007. Efecto de cuatro sustratos orgánicos en la sobrevivencia y crecimiento de *Pinus pinceana* Gordon, bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mariano A. y Rodríguez P. 1984. SEMILLAS, Novena impresión. Editorial continental, México, D.F. 1020 p.

- Martínez, D.R.J. 2007. Evacuación de diferentes sustratos en la germinación, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Pinus greegii* Engelman, bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, saltillo, Coahuila. México.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2da edición, Editorial Botas. México D.F. 361 p.
- Mendoza, B.M.A. 1993. Conceptos básicos de manejo forestal. Editorial limusa. S.A. de C.V., México, D.F.
- Meza, N.J. 1965. SEMILLAS. Manual para el análisis de su calidad. Ed. Hurrera, México, D.F. 514 p.
- Moreno, M. E. 1976. Manual para el análisis de semilla. Pronase. México, D.F.
- Niembro, R. A. 1986. Mecanismos de reproducción sexual en pinos, 1ra. Edición. Editorial limusa, S.A. de C.V., México. 130 p.
- Niembro, R. A. 1988. Semillas de Arboles y Arbustos: Ortogenia y estructura. Editorial limusa, México, D.F. 285 p.
- Niembro, R. A. 1989. Semillas de plantas leñosas, morfología comparada. 1ra. edición, Editorial limusa. S. A. de C. V., México, D.F. 224 p.
- Perry, P. J. 1991. The pines of Mexico and America. Timber press. Porthand, Oregon. 231 p.
- Resh, H. M. 1987. Cultivos Hidropónicos: Nuevas Técnicas de Producción. 2da edición, Editorial Mundi – prensa, España. 318 p.

Russell, R. S. 1968. Condiciones del Suelo y Crecimiento de las plantas. 4ta edición. Editorial Aguilar, Madrid, España. 766 p.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. 1ra edición, Editorial Limusa, México. 296 p.

SEMARNAT/CONAFOR. 2001. Programa Nacional Forestal 2001 – 2006. 118 pp.

Tinus, W. R. and Stephen, E. M. 1979. How to grown tree seedlings in containers in green house. General technical report R.M. Rocky Mountain Forestry and Ranger Experiment Station. Forest Service. USA. Departament of Agriculture. USA.

Venator, C. R. y Liegel, L.H. 1985. Manual para el funcionamiento de viveros mecanizados para raíces desnudas y viveros semimecanizados con recipiente de volumen menor. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional Forestal. Agencia para el desarrollo internacional. Ecuador. 140 p.

Zarzosa, R.F. 1975. Influencia de dos tipos de sustratos en el desarrollo de *Pinus arizonica* Engel. en vivero. Tesis de licenciatura. ENA. Chapingo, México.

## VII APENDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza de las medias generales para la variable energía de germinación en *Pinus pinceana* Gordon.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F- Valor	Pr> F
Modelo	4	1.6000	0.4000	0.67	0.6295
Error	10	6.0000	0.6000		
total correcto	14	7.6000			
R <sup>2</sup>	Coef. Var.	Raíz del CME	Media (energía de germinación)		
0.2105	2.9120	0.7746	26.6000		

Apéndice 2. Análisis de varianza de las medias generales para la variable velocidad de germinación en *Pinus pinceana* Gordon.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F- Valor	Pr> F
Modelo	4	0.2026	0.0506	0.97	0.4655
Error	10	0.5223	0.0522		
total correcto	14	0.7249			
R <sup>2</sup>	Coef. Var.	Raíz del CME	Media (veloc. Germinación)		
0.2795	11.0012	0.2285		2.0773	

Apéndice 3. Análisis de varianza de las medias generales para la variable porcentaje de germinación en *Pinus pinceana* Gordon.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F- Valor	Pr> F
Modelo	4	85.4293	21.3573	1.04	0.4337
Error	10	205.3400	20.5340		
total correcto	14	290.7693			
R <sup>2</sup>	Coef. Var.	Raíz del CME	Media (porcent. de germ.)		
0.2938	4.9187	4.5314	92.1267		

Apéndice 4. Análisis de varianza de las medias generales para la variable altura en *Pinus pinceana* Gordon.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F- Valor	Pr> F
Modelo	4	4.1657	1.0414	2.68	0.0936
Error	10	3.8796	0.3880		
total correcto	14	8.0453			
R <sup>2</sup>	Coef. Var.	Raíz del CME			Media (altura)
0.5178	9.1071	0.6229			6.8393

Apéndice 5. Análisis de varianza de las medias generales para la variable diámetro basal en *Pinus pinceana* Gordon.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F- Valor	Pr> F
Modelo	4	0.0033	0.0008	1.93	0.1812
Error	10	0.0043	0.0004		
total correcto	14	0.0076			
$R^2$	Coef. Var.	Raíz del CME	Media (diámetro basal)		
0.4362	16.0377	0.0207	0.1289		

Apéndice 6. Análisis de varianza de las medias generales para la variable sobrevivencia en *Pinus pinceana* Gordon.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F- Valor	Pr> F
Modelo	4	46.9333	11.7333	0.93	0.4864
Error	10	126.6667	12.6667		
total correcto	14	173.6000			
R <sup>2</sup>	Coef. Var.	Raíz del CME	Media (sobrevivencia)		
0.2704	5.0554	3.5590	70.4000		