

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUSTRATOS Y POLÍMEROS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTA DE
Pinus cembroides ZUCC. BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Por:

CARLOS SANDOVAL MÉNDEZ

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en
Ciencias Agropecuarias

Tutor: Dr. Víctor Manuel Cetina Alcalá

Asesor: Dr. Richard L Yeaton

Mc Daniel Talavera Magaña

El trabajo titulado "Sustratos y Polimeros en la Producción de Planta de *Pinus cembroides* Zucc. Bajo Condiciones de Invernadero." Como requisito parcial para obtener el grado de "Maestro en Ciencias Agropecuarias" fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

TUTOR: DR. VICTOR MANUEL CETINA ALCALA



ASESORES: DR. RICHARD I. YEATON.



M.C.: DANIEL TALAVERA MAGAÑA.



Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los días del mes de Diciembre de 1998.

DEDICATORIA

A DIOS

POR DARME LO MÁS HERMOSO DE LA VIDA: UNA FAMILIA Y GRANDES AMIGOS.

A NUESTRA SEÑORA DEL SAGRADO CORAZÓN Y A LA VIRGEN DE SHOESTAT

POR ESCUCHARME EN MIS MOMENTOS DE SOLEDAD.

A MI AMADA ESPOSA ESTHELA

POR SU GRAN AMOR Y APOYO INVALUABLE.

A MIS HIJOS CARLOS EMMANUEL Y PRISCILA VIANNEY

POR SER LA FORTALEZA Y ORGULLO EN MI VIDA.

A MIS PADRES

POR DARME LA VIDA Y SABIOS CONSEJOS.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, al Instituto de investigación de Zonas Desérticas, por el apoyo concedido para la realización de este trabajo y de mis estudios de Maestría.

A la Compañía Industrial Minera México, Planta de Zinc, en especial al Ing. Juan Manuel Chávez R. y personal del vivero forestal, por las facilidades y apoyos recibidos.

Al Dr. Víctor Manuel Cetina Alcalá, por su gran amistad y valiosa dirección en este trabajo.

Al Dr. Richard I. Yeaton, por su asesoría e importantes sugerencias al presente trabajo.

Al MC Daniel Talavera Magaña, por su asesoría y valiosos comentarios recibidos en este trabajo.

Al Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera, por su amistad, los valiosos consejos y sabias enseñanzas en este trabajo.

A todos mis amigos del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Por su apoyo durante el desarrollo de mi trabajo, en especial al Ingeniero Pedro Castillo Lara y al Biólogo Guillermo Martínez De La Vega.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de mis estudios y de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1 Características Generales de <i>Pinus Cembroides</i> Zucc.....	5
2.1.1 Descripción botánica.....	6
2.1.2 Distribución geográfica.....	6
2.1.3 Distribución ecológica.....	7
2.1.4 Distribución geográfica de <i>Pinus cembroides</i> Zucc. en el estado de San Luis Potosí.....	8
2.1.5 Distribución ecológica de <i>Pinus cembroides</i> Zucc. en el estado de San Luis Potosí.....	9
2.2 Principales Productos y Utilización de <i>Pinus Cembroides</i> Zucc.....	10
2.3 Generalidades del proceso de germinación.....	11
2.3.1 Germinación.....	12
2.3.2 Tratamiento de la semilla.....	12
2.3.2.1 Latencia.....	13
2.3.2.2 Plántulas anormales.....	13
2.3.3 Color de la testa.....	14
2.3.4 Riego.....	14
2.3.5 Temperatura.....	15
2.3.6 Luminosidad.....	15
2.4. Generalidades del Polímero.....	16
2.4.1 Utilización de polímeros.....	16
2.5 Utilización de contenedores para la propagación de plantas.....	17

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Desarrollo General del Trabajo.....	21
3.2 Ubicación del Experimento.....	21
3.3 Trabajo de Laboratorio.....	21
3.3.1 Análisis de datos.....	22
3.4 Trabajo de Invernadero.....	23
3.4.1 Germinación.....	23
3.4.1.1 Análisis de datos.....	24
3.4.1.2 Velocidad de germinación.....	24
3.4.1.2 Porcentaje de germinación.....	24
3.4.2 Crecimiento y desarrollo inicial.....	25
3.4.2.1 Análisis de datos.....	26
3.4.2.1.1 Altura de plántula.....	26
3.4.2.1.2 Diámetro.....	26
3.4.2.1.3 Peso seco total, peso seco aéreo y peso seco radical.....	26
3.4.2.1.4 Tasa de crecimiento en altura, diámetro y radical.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1 Absorción de Agua por el Polímero.....	28
4.2 Velocidad de Germinación.....	28
4.3 Porcentaje de Germinación.....	34
4.4 Crecimiento y Desarrollo Inicial.....	42
5. CONCLUSIONES.....	50
6. RECOMENDACIONES.....	51
7. LITERATURA CITADA.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1 Características fisico-químicas del polímero terra sorb 200 G	22
Cuadro 2 Características fisico-químicas del polímero terra sorb AG	25
Cuadro 3. Comparación de ganancia en peso (g) en la absorción de agua, en semillas de <i>Pinus cembroides</i> utilizando el polímero 200G	28
Cuadro 4 Porcentaje germinativo de la semilla de <i>Pinus cembroides</i> Zucc bajo condiciones de invernadero	37
Cuadro 5 Tratamientos para la variable crecimiento y desarrollo en plántulas de <i>P. cembroides</i> Zucc	42
Cuadro 6 Promedio en altura, diámetro, peso seco aéreo (P.S.A.), peso seco de raíz (P.S.R.) y peso seco total (P.S.T.) en plántula de 4 meses de <i>P. Cembroides</i> Zucc cultivadas en invernadero	42
Cuadro 7 Altura y tasa de crecimiento promedio mensual en la variable altura en plántulas de <i>P. cembroides</i> Zucc cultivadas en invernadero	43
Cuadro 8 Diámetro y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de <i>P. cembroides</i> Zucc cultivadas en invernadero	44
Cuadro 9 Peso seco aéreo y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de <i>P. cembroides</i> Zucc cultivadas en invernadero	45
Cuadro 10 Peso seco de raíz y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de <i>P. cembroides</i> cultivadas en invernadero	46
Cuadro 11 Peso seco total y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de <i>P. cembroides</i> cultivadas en invernadero	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Comparación de velocidades de germinación en <i>P. cembroides</i> con tratamiento peat moss 100 %	29
Figura 2. Comparación de velocidades de germinación en <i>P. Cembroides</i> con tratamientos peat moss 75 % - tierra lama 25	30
Figura 3 Comparación de velocidades de germinación en <i>P. cembroides</i> con tratamiento peat moss 50 % - tierra lama 50 %.....	31
Figura 4 Comparación de velocidades de germinación en <i>P. cembroides</i> con tratamiento peat moss 25 % -tierra lama 75 %	32
Figura 5 Comparación de velocidades de germinación en <i>P. cembroides</i> con tratamiento tierra lama 100 %	33

RESUMEN

En los viveros forestales, uno de los elementos frecuentemente limitante es el agua, por lo que se debe optimizar su utilización en la producción de plántulas. Con la utilización de polímeros; el porcentaje de germinación de la semilla del pino piñonero se incrementa, la planta para su crecimiento y desarrollo podrá incrementar la disposición de agua en su zona de raíces. Los objetivos son: A) Determinar si el polímero incrementa el porcentaje de germinación. B) Establecer la dosis adecuada del polímero. C) Analizar su crecimiento y desarrollo en invernadero. Se realizaron los siguientes experimentos: absorción de agua en la semilla (con polímero y sin polímero), velocidad de germinación; porcentaje de germinación. Para evaluar la utilidad del polímero terra sorb 200 G, se utilizaron cuatro porcentajes de materia orgánica (peat moss) mezclados con el sustrato (tierra lama), dos tipos de riego (no limitado y limitado). 4) Para crecimiento y desarrollo de plántulas, se emplearon tres niveles del polímero terra sorb AG (0,1,2 y 3 g), igualmente riego no limitado y riego limitado más dos tipos de mezclas del sustrato tierra lama.

Los resultados obtenidos son los siguientes: En la variable absorción de agua; la diferencia presentada por las semillas en la absorción de humedad no fue estadísticamente significativa; posiblemente tuvieron una velocidad de imbibición semejante. Para la variable velocidad de germinación; los resultados señalan la importancia de la materia orgánica en el sustrato y la utilización del riego no limitado, el polímero solo presenta buenos resultados, si el porcentaje de materia orgánica en el sustrato decrece. Con respecto al porcentaje de germinación; la materia orgánica en el sustrato es importante conjuntamente con el riego no limitado, la utilización del polímero presenta resultados regulares. Para crecimiento y desarrollo; se determinó altura de plántula, diámetro de tallo, peso seco aéreo, peso seco de raíz y peso seco total. Se concluye que la utilización del polímero en germinación no es recomendable, sin embargo para el crecimiento y desarrollo de plántulas si es recomendable, podemos considerar al riego no limitado como un factor de mayor importancia.

Palabras Clave: Pinus cembroides, materia orgánica, peat moss, germinación

ABSTRACT

In the forests hatcheries, one of the most limited elements are the water, for what it should use to the maximum in the production of plants. With the use of polymers; the percentage of germination of the seed of the pine "piñonero" increases the plant for their growth and development will increase the disposition of water in their zone of roots. The objectives are; A) Determine if the polymer increases the percentage of germination. B) Establish the dose adapted of the polymer. C) Analyze their growth and development in hothouse. They were carried out the following experiments: absorption of water in the seed (with polymer and without polymer); speed of germination; percentage of germination. In order to evaluate the utility of the polymer terra sorb 200 G, four percentages of organic matter were used (peat moss) blended with the substrata] (earth licks), two types of watering (not limited and limited). 4) For growth and development of plants, three levels of the polymer were used terra AG sorb (0,1,2 3 g), equally watering not limited and limited watering plus two types of mixtures of the substrata earth licks.

The obtained results are the following: In the variable absorption of water, the difference presented by the seeds in the absorption of humidity was not significant statistics; possibly they had a speed of similar absorption. For the variable speed of germination; the result point out the importance of the organic matter in the substrata and the use of the watering not limited, the alone polymer presents good results, if the percentage of organic matter in the substrata falls. With regard to the percentage of germination; the organic matter in the substrata is important jointly with the watering not limited, the use of the polymer presents regular results. For growth and development; it was determined height of plants, diameter of shaft, dry air weigh, dry weigh from root and dry total weigh. In conclusion the use of the polymer in germination is not advisable, however for the growth and development of plants is advisable, we could consider to the watering not limited like a factor of importance.

Words Nail: *Pinus cembroides*, organic matter, peat moss, germination.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las sociedades humanas primitivas y su presencia en los ecosistemas naturales, eran pequeñas tanto en tamaño y complejidad con abundancia de los recursos existentes, permitiendo cubrir sus necesidades de sustento sin deterioro aparente del ecosistema.

Hay que resaltar el hecho que por el contrario de lo que pasaba antes de la aparición del hombre, donde las especies evolucionaban juntas largos periodos de tiempo, en la época actual el hombre es capaz de modificar rápidamente cualquier ecosistema. Beltran (1973) menciona que cada uno de los ecosistemas que hoy existen con toda variedad y complejidad son el resultado de un proceso evolutivo de millones de años, a los que debe el equilibrio dinámico de sus componentes; así mismo, comenta que mantiene sus características básicas mientras no ocurran cambios de gran magnitud que las alteren o que lleguen a la destrucción misma del ecosistema.

Al tener un incremento la población, la disposición y utilización de los recursos naturales disminuyeron de modo proporcional, actualmente esta problemática se sigue viviendo. Daniel *et al* (1983) comentan que las prácticas normales y aceptables de un decenio, resultan anticuadas y en algunos casos ilegales en los siguientes, de este modo surgen problemas cuando se inducen técnicas antes o después de tiempo.

El ser humano para sobrevivir en el medio que le rodea, ha realizado una deficiente utilización de los recursos naturales, sin pensar en las consecuencias negativas que tendrá en el futuro y que la reposición de los mismos, cuando sea posible, será trabajo de generaciones y no de años, restando importancia a las modificaciones o impactos sobre los ecosistemas. En la República Mexicana la superficie total es de 196.6 millones de hectáreas, de las cuales 143.6 millones, corresponden a la superficie cubierta con vegetación forestal (73 %), de este porcentaje el 9.1 % corresponde a áreas forestales perturbadas, perdiendo anualmente por desmontes, incendios etc. 400.000 Ha forestales (Vera, 1988). Ramirez (1992) menciona que el bosque de coníferas, ocupa

aproximadamente el 7 % de la superficie de la República Mexicana; de estos bosques, el pino piñonero en México ocupa aproximadamente 862.000 hectáreas. Así mismo comenta que en el estado de San Luis Potosí existe una fuerte pérdida de estos bosques, ya que de 63.000 hectáreas que había originalmente al término de 15 años se han perdido 50.000 hectáreas. Las principales causas son: las quemas no controladas, la deforestación y el cambio del uso del suelo a terrenos agrícolas, con el propósito de incrementar la producción de alimentos, teniendo como consecuencia, el abandono de extensas áreas después de cultivarse por algunos años.

En la actualidad este proceso continúa con la explotación irracional de los bosques, la corta de rodales, se realiza más rápidamente que la regeneración de los mismos, teniendo una disminución en la producción maderera.

Daniel *et al* (1983) mencionan que la manipulación del establecimiento, el crecimiento, la composición y la calidad de los bosques, con el fin de acoplarlos a objetivos particulares, requiere de conocer las interrelaciones entre el crecimiento de la vegetación forestal y los componentes físicos y biológicos del ambiente. Así mismo, mencionan la importancia del conocimiento de crecimiento potencial de los árboles individuales, de los arbustos y de las especies de pastizales, lo cual constituye la base para el control de crecimiento de los rodales. La creación de masas forestales con mezclas de especies, que sean compatibles permite que esta asociación obtenga un beneficio propio. Este tipo de explotación forestal, con un criterio de uso múltiple, puede no solo dar rendimientos económicos, sino mejorar la condición de estas masas arbóreas.

La aplicación de tecnologías e investigaciones, permitirán realizar un eficiente manejo de los bosques, y así maximizar la regeneración natural, la cual se logra establecer mediante la dispersión de semillas y establecimiento de retoños. Pero muchas veces el deterioro que presenta el bosque, es tan grande que se deben realizar las siguientes actividades: abrigar, regar, abonar y acondicionar el suelo, para que la germinación de la semilla se logre con mayor facilidad. El establecimiento en campo se puede realizar mediante la colocación directa de la semilla en el monte o esparciendo la semilla en franjas paralelas. En casos extremos, el uso de la regeneración artificial es un magnífico procedimiento para apresurar la recuperación del bosque, este método puede ser costoso,

pero proporciona resultados más rápidos y seguros, permitiendo observar si se han producido fallas desde el primer año, lo que no ocurre en la regeneración natural cuyos resultados pueden ser apreciados al cabo de algunos años. Para realizar las plantaciones forestales, se requiere de viveros que pueden ser permanentes o temporales con un trabajo más especializado para la producción masiva de plántulas de buena calidad.

Una de las más importantes decisiones que hay que tomar en la repoblación artificial es la selección de la especie, la cual debe estar adaptada al sitio de plantación; es decir, al clima, al suelo y al ambiente biótico (Hawley y Smith, 1972). Se tiene que procurar elegir siempre aquellas especies nativas ya aclimatadas a la región, y utilizar la especie que proporcione mejores beneficios netos. Una alternativa que es recomendable utilizar, para la repoblación de la naturaleza, recuperación de ecosistemas y del ambiente, es la propagación de árboles. Para obtener una producción de plántulas en corto tiempo y con mayor uniformidad, es recomendable la utilización de invernaderos, los cuales son un auxiliar valioso para desarrollar y evaluar trabajos sobre el crecimiento de plántulas.

La utilización de contenedores o recipientes en comparación con la siembra directa o en almácigo, representa ventajas en el manejo de las plántulas; evita el impacto que experimenta la raíz al perder parte de su sistema radical al ser removida del almácigo, la pérdida de vigor durante el trasplante, además de favorecer la supervivencia, el crecimiento inicial y la mejor calidad de las plantas.

Para realizar el trabajo se seleccionó *P. cembroides*, por su gran valor ecológico, amplia distribución geográfica, su utilización en áreas degradadas, su importancia al proporcionar ingresos económicos a los habitantes de los bosques de piñoneros mediante la obtención de madera, leña, carbón y semilla, esta última recurso alimenticio de gran valor por su contenido en proteínas, grasas y carbohidratos, destacando entre las diversas especies piñonera registradas para la República Mexicana por ser el productor de la mayor parte de la cosecha comercial de piñones.

Los objetivos de investigación son los siguientes:

Objetivos Generales.

Determinar si la utilización del polímero en la semilla de *Pinus cembroides* Zucc. incrementa el porcentaje germinativo.

Evaluar la utilización del polímero en el sistema radical.

Objetivos particulares.

Evaluar bajo condiciones de invernadero la utilización del polímero en porcentaje de germinación y velocidad de germinación en *Pinus cembroides* Zucc.

Establecer si el porcentaje de materia orgánica contenida en el sustrato, incrementar el porcentaje de germinación en *Pinus cembroides* Zucc.

Analizar el crecimiento y desarrollo en las plántulas de *Pinus cembroides* Zucc. con polímero y sin polímero en invernadero.

Determinar la dosis adecuada del polímero en el crecimiento y desarrollo de plántulas de *Pinus cembroides* Zucc. en invernadero.

Hipótesis:

Hipótesis general.

Con la aplicación de polímeros, se obtiene un incremento en el porcentaje germinativo, al concentrar una mayor cantidad de agua en la semilla de *Pinus cembroides* Zucc. Con el polímero se presenta un crecimiento y desarrollo favorable en las plantas.

Hipótesis particular.

Con el polímero se tiene incremento del porcentaje germinativo, al tener la semilla una mayor disposición de agua.

El porcentaje de materia orgánica contenida en los sustratos, es importante para incrementar la germinación.

Con el polímero se obtienen incrementos significativos en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Pinus cembroides* Zucc.

2. ANTECEDENTES

2.1. Características Generales de *Pinus Cembroides* Zucc.

Existe evidencia de que los pinos se originaron en la Era Mesozoica, en el Período triásico; hace unos 180 millones de años en algún lugar del norte de Europa y Asia, en el Cretáceo los pinos se dividieron en pinos duros y pinos blandos (Ávila, 1985). Mirov en 1966 (citado por Rebolledo, 1982) mencionó que el género *Pinus* es característico del Hemisferio Norte; su origen se ubica en Europa central, de donde se diseminó hacia América por el estrecho de Bering y Groenlandia. El elevado número de especies en territorio mexicano proviene de dos corrientes, una oriental y otra occidental, las cuales están constituidas por especies nuevas en proceso de diferenciación específica. Dentro de la riqueza forestal de México, los pinares constituyen un recurso de primordial importancia, por la demanda de su madera, la facilidad de su explotación, la relativa rapidez del crecimiento de muchas de sus especies y, sobre todo, por la extensa área de distribución.

Miranda y Hernández (1963) mencionaron que los piñoneros de localidades más secas, con frecuencia en contacto o en las cercanías de las zonas francamente áridas, se caracterizan por estar constituidos por especies de hojas cortas, más bien gruesas y rígidas, entre otros, *P. monophylla*, *P. edulis*, *P. quadrifolia*. En México, *Pinus cembroides* es la especie piñonera más ampliamente distribuida, ya que su área de localización geográfica conocida se extiende por casi todo el Norte y Centro del país (Rzedowski, 1986). Los bosques de piñoneros se localizan en climas semiáridos y crecen en poblaciones puras o mezclados con encinares arbustivos y arbóreos, colindante en ocasiones con pastizales.

2.1.1. Descripción botánica

De acuerdo con Shaw, (1914); Croquist, (1977) y Sporne, (1982) citados por Ávila (1985) mencionan la siguiente clasificación taxonómica: Reino Vegetal, Subreino Embryobionta, División Pinophyta, Clase Pinopsida, Orden Pinales, Familia Pinaceae, Género *Pinus*, Sección Haploxylon, Subsección, Paracembra, Grupo *Cembroides*.

Eguiluz (1985) indicó la siguiente descripción de *Pinus cembroides*: **Fuste:** el fuste suele ser corto y de follaje ralo, árbol de 5 a 15 m de alto y 30 cm de diámetro, a veces hasta 70 cm; copa redondeada o piramidal; ramas ascendentes, delgadas y colocadas irregularmente en el tallo; ramillas: café-grisáceo y ásperas a veces cenicientas; corteza: cenicienta, delgada, agrietada y dividida en placas cortas e irregulares. Acículas: en grupo de 3, a veces 2 o 4 y aún 5; son rígidas y generalmente encorvadas, con estomas en las 3 caras; de color verde oscuro, algo azulado pálido, a veces amarillento y casi siempre glaucas en las caras internas; son brillantes y de bordes enteros; con dos canales resiníferos externos y un haz vascular. Conos: globosos de 5 a 6 cm de diámetro o en grupos hasta de 5; caedizos y casi sésiles de color moreno anaranjado o rojizo, con pocas escamas, sus conos abren de Noviembre a Diciembre. Tiene umbo dorsal, transversalmente aquillado, apófisis gruesa y piramidal, con una pequeña punta caediza. Semillas: están colocadas en depresiones de las escamas, son subcilíndricas y vagamente triangulares sin ala de 10 mm de largo; morenas y negruzcas, abultadas en la parte superior y delgadas hacia la base.

Los piñones son semillas comestibles la cáscara es más o menos gruesa y la almendra es rosada con un sabor agradable.

2.1.2. Distribución geográfica

Los piñoneros son endémicos de América del Norte y se localizan en la periferia de las zonas áridas o en las serranías dentro de ellas; formando bosques puros o mixtos, con elementos de los chaparrales y bosques de encino-enebro (Rebolledo, 1982). Su distribución en México varía entre 18° y 31° de latitud norte y 98° a 116° de longitud

oeste. Ocupa casi siempre zonas de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas más húmedas, sus límites altitudinales conocidos son de 1500 a 3000 m y la precipitación media anual oscila entre 350 a 700 mm (Rzedowski, 1986), estas lluvias ocurren prácticamente durante el verano. Esta especie piñonera se establece a una temperatura promedio anual que oscila entre 10° y 17° C.

Rzedowski (1986) indica que esta especie se localiza en los siguientes estados: Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Hidalgo y Veracruz. Niembro (1990), incluye también a Tamaulipas, Aguascalientes, Tlaxcala y Estado de México.

En período invernal, cuando se registran las temperaturas más bajas, son comunes la presencia de fuertes heladas en diciembre y enero (Rzedowski, 1986). Lanner (1981) (citado por Rebolledo, 1982) menciona que las especies más conocidas son: *Pinus cembroides* Zucc., *P. culminicola* And. y Beam., *P. edulis* Engelm., *P. discolor* Bailey Hawksworth., *P. maximartinezii* Rzedowski., *P. monophylla* Torrey y Frem., *P. nelsoni* Shaw., *P. pinceana* Gordon., *P. remota* (Little) Bailey y Hawksworth., *P. juarezensis* Lanner y *P. johanis* Robert. Excepto *P. edulis*, las demás se encuentran en México.

2.1.3. Distribución ecológica

El piñonar tiene en México una distribución y afinidades ecológicas análogas a las del encinar arbustivo. Su extremo sur parece localizarse en el estado de Puebla. Existe también en el SW de los Estados Unidos de Norteamérica, aunque más frecuentemente en forma de comunidades mixtas con *Juniperos* o *Quercus*.

Altitud. Las comunidades de *P. cembroides* se desarrollan a altitudes de 1450 a 2700m

Clima. Esta especie piñonera, se localiza bajo un clima de BSk (semiseco) hasta Cwb (templado subhúmedo).

La temperatura varía de 12.7° a 19.5° C con precipitación de 250 a 600 mm con 6 o 7 meses secos Cetina (1984).

La precipitación promedio anual es de 350 mm (Hernández, 1984).

Suelos. Los suelos donde se tiene una mejor adaptación de esta especie, van desde suelos con pH medianamente ácido a suelos con pH básico, prefiere un sustrato calizo, en algunos casos sobre lutitas, conglomerados, granitos y rocas ígneas. (Robert, 1973 citado por Cetina, 1984).

Vegetación. El bosque de *P. cembroides* en toda la República Mexicana se asocia con tres tipos de vegetación principalmente. (Cetina, 1984): a) Bosque de *P. cembroides* en masas puras, b) Bosque de *P. cembroides* y *Juniperus spp.* Y c) Bosque de *Pinus cembroides* y *Quercus spp.*

Plagas. Esta especie piñonera tiene una gran cantidad de depredadores. La corteza es atacada principalmente por el *Ips spp.*, que es un descortezador secundario; el tronco es atacado principalmente por *Dendroctonus spp.*, *Ips spp.* y el *Pityophthorus spp.*, este último es un barrenador. La semilla es depredada por pájaros, roedores y el hombre (Cetina, 1984). El follaje se ve afectado por varios insectos como son las polillas, gusanos, agallas, áfidos y hormigas; la mayoría no mata al piñonero, solamente causan un ligero daño (Ávila, 1985). (Martínez *et. al.*, 1989) citado por Manzanares *et. al.* (1996) mencionan algunas especies de roedores que consumen piñón. Estas especies de roedores son; *Peromyscus difficilis* J.A. Allen, *Peromyscus maniculatus* Osgood, *Neotoma mexicana* Goldman, *Sciurus oculatus* Peters, y *Spermophyllus variegatus* Bennett; también se han citado aves como los córvidos o pájaros azules *Aphelocoma coerulescens*, *A. ultramarina*, los cuervos negros *Corvus corax* y *C. cryptoleucus*, y colúmbidos como *Piranga flava*, *Zenaida asiatica* y *Z. macroura*.

2.1.4. Distribución geográfica de *Pinus cembroides* Zucc. en el Estado de San Luis Potosí

El bosque de *P. cembroides*, se considera como un tipo de vegetación aparte por presentar una fisonomía y una composición florística definida, por responder a condiciones ecológicas distintas, a las que exigen las comunidades en que dominan otras especies del género *Pinus*. Ocupa aproximadamente 1% de la superficie del estado de

San Luis Potosí, se localiza en tres áreas principales: en la zona de San José Albuquerque (municipios de Santa María del Río y Villa de Zaragoza), en la sierra de San Miguelito (municipios de San Luis Potosí, Villa de Arriaga y Villa de Reyes) y en la parte sureste en la sierra del Caribe (municipio de Real de Catorce), además de varias áreas pequeñas en los municipios de Mexquitic, Ahualulco y Charcas (Rzedowski, 1961).

2.1.5. Distribución ecológica de *Pinus cembroides* en el Estado de San Luis Potosí

El piñonar, forma parte en conjunto con el zacatal y el encinar arbustivo, de los tipos de vegetación que guardan una situación ecológica intermedia entre los bosques de tipo mesófilo y los matorrales francamente xerófilos de clima templado (Rzedowski, 1961).

Altitud. Los piñonares se localizan a altitudes de 1200 a los 3650 m (Ávila, 1985).

Clima. El clima del piñonar en San Luis Potosí se caracteriza por una precipitación anual estimada de 400 a 700 mm con 6 o 7 meses de sequía, le corresponde una temperatura media anual entre 13° y 16° C. Las heladas ocurren durante varios meses del año (hasta 6) y en la parte norte del estado nieva en algunos inviernos. Manzanares *et. al.* (1996) señalan para el área de *P. cembroides* una temperatura media anual de 12 a 18 °C, donde el mes más caliente es junio y el mes más frío es diciembre o enero, con precipitaciones anuales entre 300 y 700 mm. Passini (op. cit.) indica que *Pinus cembroides* tolera un clima más seco y más cálido en la Sierra Madre Oriental que en la Sierra Madre Occidental. Las fórmulas climáticas correspondientes son Cwbg y Bskwg. Suelos. Los pinares aparecen preferentemente sobre riolitas, los granitos y basaltos rara vez existen sobre las calizas, este tipo de vegetación se desarrolla sobre suelos someros y bien drenados de las laderas de los cerros. Las características del suelo dependen fundamentalmente de la roca madre que les ha dado origen; en general son arenosos y ácidos sobre el sustrato volcánico (Rzedowski, 1961).

Vegetación. Fisonómicamente se trata de un bosque bajo (3 a 8 m de altura). La dominancia de *P. cembroides* es siempre completa y las masas puras son las más frecuentes. Las siguientes plantas pueden coexistir con el estrato arbóreo: *Arbutus xalapensis*, *Quercus macrophilla*, *Quercus potosina*, *Quercus eduardi*, *Juniperos*

fláccida y *Yucca filifera*.

Los arbustos no son cuantitativamente importantes, pues generalmente no llegan a cubrir el 10 % de la superficie. Pueden mencionarse las siguientes especies: *Agave atrovirens*, *Eysenhardtia polystachya*, *Amelanchier denticulata*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Arbutus xalapensis*, *Nolina* sp., *Arctostaphylos polifolia*, *Opuntia* spp., *Baccharis ramiflora*, *Pithecolobium schaffneri*, *Berberis gracilis*, *Salvia microphylla neurepia*, *Cyperus spectabilis*, *Salvia regla*, *Dalea tuberculata*, *Xolisma squamulosa* y *Dodonea viscosa*. (Rzedowski, 1961).

El estrato herbáceo se caracteriza por un desarrollo fenológico tardío; la mayor parte de las especies florece y fructifica en los últimos meses del año. Destacan, *Aster gymnocephalus*, *Dichondra argentea*, *Baccharis potosina*, *Echeandia macrocarpa*, *Bouteloa hirsuta*, *Euphorbia dentata*, *Calca albida*, *Muhlenbergia rigida*, *Muhlenbergia robusta*, *Castilleja glandulosa*.

Las epifitas fanerogámicas incluyen *Tillandsia recurvata* y *T. usneoides*, y entre las trepadoras herbáceas más frecuentes pueden citarse *Colognia* sp. y *Phaseolus* sp..

El piñonar de la sierra de catorce (cercano a la estación Wadley) es un poco distinto en su fisonomía y composición florística; se desarrolla sobre calizas. Las especies frecuentes son; *Agave striata*, *Quercus pringlei*, *Ceanothus greggii*, *Rhus andrieuxii*, *Dasyliirion* sp., *Salvia greggii*, *Garrya ovata* y *Yucca carnerosana*.

Este piñonar se pone en contacto con los matorrales desérticos, resultando una ecotonía notable en la que *Larrea tridentata* crece a la sombra de los pinos piñoneros.

2.2. Principales Productos y Utilización de *Pinus Cembroides* Zucc.

Miranda y Hernández X. (1963) señalan que la extensión de los pinares en México es muy grande, además este tipo de vegetación suministra materias primas de gran importancia industrial: madera, pulpa para papel, celulosa y resina. De las especies productoras de piñones, el *P. cembroides* es el más común y produce 90 % de la cosecha de piñones en la República Mexicana. La madera se utiliza para leña y carbón, así como para la manufactura de muebles rústicos. Por el hábito de crecimiento de esta especie, se

recomienda su uso para reforestar suelos erosionados, como planta de sombra y ornato en regiones de clima seco (Niembro,1990); Rzedowski (1986) menciona que el estado de Nuevo León es el principal proveedor de piñones de la República Mexicana.

Los piñoneros son escasamente explotados, por que los árboles no alcanzan suficiente talla para que se les dé importancia y su contenido de resina tampoco es importante. En algunas partes se aprovecha el bosque para fines ganaderos, las semillas comestibles se colectan con cierta intensidad, pero las cosechas son muy irregulares (Rzedowski,1961). En la actualidad la presión se ejerce a través de la extracción de grandes cantidades de semilla, del corte de arbolitos y ramas durante la época navideña, del ramoneo y pisoteo de las plántulas por los animales domésticos (Rebolledo,1982).

2.3. Generalidades del Proceso de Germinación

El fenómeno de la germinación toma lugar al poco tiempo de que la semilla ha absorbido agua a través del micropilo. El primer indicio de la germinación se manifiesta con la ruptura de la testa cerca del extremo micropilar, esta ruptura es causada en primer lugar por la presión de imbibición de agua y posteriormente por el crecimiento del embrión (Niembro, 1986), Niembro y Fierros (1988) mencionan que el agua es absorbida por la semilla a través del micropilo y / o la cubierta seminal. Generalmente este proceso se lleva a cabo en tres etapas; una inicial caracterizada por una rápida absorción, seguida de un periodo muy lento de absorción para finalizar con un segundo periodo de rápida absorción.

Después deben existir condiciones favorables para la germinación y el desarrollo continuo de las plantas (Hawley y Smith, 1972). El tiempo requerido por la semilla de *Pinus* para germinar varía de acuerdo con la especie; *P. cembroides* presenta un promedio de germinación de quince a treinta días.

El porcentaje de germinación, tal como se determina en las pruebas de invernadero, es más alto a la supervivencia que puede obtenerse cuando la semilla se siembra en semillero (Hawley y Smith, 1972). La germinación, en la mayoría de las semillas de los árboles, puede producirse dentro de una escala más o menos amplia de temperatura. Colbry *et al*

(1984) comentan que este procedimiento especializado, no siempre se puede esperar una provisión anual. Martínez (1948) menciona que según sea las condiciones de calor y humedad la germinación se efectúa en dos o tres semanas. (Mc. Lomore, 1959 citado por Niembro, 1986) indica que las semillas de la gran mayoría de las especies de pinos, germinan normalmente durante la primavera del año siguiente a su dispersión. Aunque existen especies cuyas semillas no germinan hasta el segundo o tercer año después de haber sido dispersadas. Generalmente estas semillas van acompañadas de un estado de letargo que les impide germinar, hasta que las causas que lo han originado desaparecen.

2.3.1. Germinación.

Una vez que el embrión ha alcanzado su capacidad para germinar, es esencial para la supervivencia de la especie, que la germinación de la semilla se efectúe en un tiempo y lugar favorable para el crecimiento y la supervivencia de la plántula (Hartaman y Kester, 1988). Colbry *et al* (1984) mencionan, que por el hecho de que una semilla absorba agua, se hinche y eche unas pequeñas raicillas, no es garantía de continuar su crecimiento y formar una planta. Puede ser que tenga, sólo suficiente vigor para formar una raíz o pueda empezar a formar un brote y luego morir. Aun puede llegar a crecer como plántula, pero una plántula tan débil, que no puede establecerse así misma en el suelo y continuar desarrollándose en una planta fuerte. Es preciso, que un abundante suministro de semillas, supere las pérdidas a causa de roedores, insectos y otros factores.

2.3.2. Tratamiento de la semilla

La semilla de testa dura, debe ser escarificada para que el agua y el oxígeno, penetren en ellas (Hawley y Smith, 1972) mencionan estos autores que el método más conveniente, consiste en determinar cuantas semillas germinaran realmente durante un periodo determinado en invernadero; la escarificación con ácido, previa al remojo en agua, ayuda a suavizar las cubiertas impermeables. El medio de germinación puede ser arena ácida, turba en bandejas o papel absorbente en germinaciones especiales, las

semillas con cubiertas de suave a moderadamente duras, se remojan en agua por uno a cuatro días para facilitar la remoción del embrión.

2.3.2.1. Latencia

La latencia es la condición que impide la germinación, aun cuando la luz, la humedad, la aireación y la temperatura sean satisfactorias. La latencia puede ser una característica hereditaria o puede ser inducida durante la extracción y almacenamiento de las semillas. Algunas clases de árboles siempre tienen semillas latentes, otras casi nunca, y aun otras solo ocasionalmente; la latencia puede ser producida por una cubierta impermeable de la semilla que impide la absorción de agua y de oxígeno, (Colbry *et al*, 1984). Así mismo mencionan que el tratamiento pregerminativo puede ser la escarificación mecánica o con ácido, el remojo en agua o en solventes tales como éter, alcohol o acetona.

2.3.2.2. Plántulas anormales

Colbry *et al* (1984) refieren como plántulas normales solo aquellas que continuarán desarrollándose a formar plantas fuertes en condiciones de campo favorables. todas las plántulas rotas, débiles y mal conformadas, se deben considerar como anormales y no se incluyen en el porcentaje de germinación.

Las anomalías más serias son aquellas causadas por lesiones mecánicas a las semillas, infestación de insectos, pudrición de partes de la plántula ocasionada por ciertos organismos patógenos, lesiones por diversas sustancias químicas y daño por heladas (Colbry *et al*, 1984) así mismo estos autores mencionan que la lesión puede ser visible externamente o puede ser interna y no descubrirse sino hasta que la semilla germina; la lesión mecánica en cualquier tipo de rotura de la semilla, es generalmente ocasionada por las operaciones de trilla, limpieza o proceso de escarificación.

2.3.3. Color de la testa

Las semillas según sus características de color se pueden dividir en tres categorías: semilla oscura, clara y moteada. Rebolledo (1982) menciona que en *P. cembroides* existen algunas variaciones, y que los recolectores con base al color de la testa sana, distinguen fácilmente por lo menos cuatro tipos (negro, caliandro, amarillo y guapaxtle), el reconocimiento de estos tipos de semilla por otros medios se dificulta o es imposible. Nepanuceno *et. al.* (1987) comenta que en la comercialización de las semillas, se ha llegado a establecer como norma en el control de la calidad de los piñones, clasificarlos de acuerdo a su color, característica por la cual se realizan separaciones de los lotes de semilla, ya que consideran ciertos colores como distintivos de la calidad inferior de la semilla.

Las semillas del piñonero, que se utilizaron en los experimentos de germinación y crecimiento de plántulas, no se le dio importancia al color de la semilla, sin embargo, por sugerencia de los recolectores del piñón, se utilizó la semilla con mejor color y aspecto, eliminando las semillas vanas o vacías las cuales presentan un color grisáceo claro y un menor peso

2.3.4. Riego

La humedad, es el factor más crítico y variable para la germinación. Los embriones de las semillas excesivamente secas mueren o permanecen en dormancia; si el almácigo es demasiado húmedo las semillas enraizarán sin germinación o sufrirán falta de oxígeno (Hawley y Smith, 1972). La absorción de agua a través de las raíces depende de la cantidad de ella presente en suelo. La capacidad de retención de agua en el suelo depende de la textura, profundidad y estructura del mismo. La disponibilidad del agua, está controlada por el potencial hídrico, la distribución de las raíces y la temperatura (Daniel *et al.*, 1983). Colbry *et al.* (1984) comentan que el sustrato debe proporcionar y mantener durante el periodo de prueba, las condiciones de humedad, aereación y luz, así mismo refieren que la humedad del sustrato nunca deberá ser tal que rodee a la semilla

una película visible de agua; la humedad excesiva puede ocasionar una restricción en la respiración y detener la germinación de las semillas.

2.3.5. Temperatura

La temperatura influye en la planta por ser un factor ambiental que incide en la fotosíntesis. Las plantas para crecer no necesitan energía calórica extra, pero requieren estar dentro de límites de temperatura, cuyo intervalo varía de acuerdo con la planta y efectuar más eficientemente la fotosíntesis. La temperatura, es uno de los factores del medio ambiente más importante en la germinación, además de influir en el crecimiento inicial de las plantas.

El límite superior de la temperatura, para el desarrollo de la mayoría de las plantas fluctúa entre 35° y 40°C; en esta investigación la temperatura promedio fue de 25° a 30°C. El crecimiento, como todo proceso fisiológico, está influenciado por los factores del medio externo, y como este proceso depende estrechamente de la energía liberada en la respiración, es comprensible que dependa de la temperatura; de 5° a 10°C es mínimo, óptimo hacia los 35°C y se reduce a 45°C, el óptimo para el crecimiento no coincide con el óptimo de otras funciones importantes, principalmente la fotosíntesis. Por lo tanto, plantas expuestas a períodos prolongados o constantes en temperaturas mayores de 35°C se mostrarán débiles, clóricas, con un crecimiento forzado (Rojas y Robalo, 1984).

2.3.6. Luminosidad

La luz es un factor importante en el crecimiento. Las plantas que se desarrollan en un ambiente con poca luz tienen un pobre contenido de clorofila, alargan su eje longitudinal y muestran retardo en el desarrollo foliar. Es importante considerar los tres factores ambientales que inciden en el crecimiento de las plantas: luz, temperatura y bióxido de carbono.

La influencia de la luz sobre el fenómeno de la fotosíntesis depende de la intensidad luminosa (luz intensa o luz débil en un momento determinado) y de la duración de la luz

en el día (días cortos o largos), también de la sensibilidad luminica de la especie cultivada. La luz muy intensa puede destruir la clorofila de las plantas (Serrano,1979).

2.4. Generalidades del Polímero

Una definición de polímero sería la utilizada por Bohinski (1978) citado por Jasso y Plascencia (1992) la cual nos dice que polímero es un compuesto de alto peso molecular formado de varios compuestos de bajo peso molecular, llamados unidades monoméricas. así mismo menciona que las tres características estructurales principales de los polímeros son: (a) el número de unidades monoméricas en el polímero, (b) la identidad de las unidades monoméricas y (c) el tipo particular de enlace covalente que une las unidades entre sí. Herrero (1980) define a los polímeros como una serie de productos orgánicos o sintéticos de elevado peso molecular, formados por unión mediante enlaces químicos de unidades elementales llamados monómeros. (Day y Underwood, 1989) citados por Jasso y Plascencia (1992) mencionan que la Poliácridamida se prepara por medio de la Copolimerización de la Acrilamida con el agente ligado N, N-Metilenobisacrilamida que forman enlaces cruzados: estos materiales se producen en forma de esferas pequeñas que absorben grandes cantidades de agua debido a su naturaleza porosa y a la presencia de grupos Amida.

2.4.1. Utilización de polímeros

Para utilizar un polímero que nos proporcione resultados óptimos debe reunir las siguientes características:

1. Estabilidad: presentar resistencia a la degradación química y biológica.
2. Capacidad de almacenamiento: habilidad de almacenar agua y ponerla a disposición de la planta.
3. Durabilidad: su efectividad debe ser por varios años (4 a 5 años).

Formas de aplicación de los polímeros:

1. Como un recubrimiento para las semillas en la germinación.
2. Añadiéndolo al medio de cultivo en forma seca o expandida.
3. Distribuido seco o expandido sobre las superficies antes de plantar o sembrar.
4. Como un gel para el transporte de raíces, tubérculos y semillas.
5. En la plantación de árboles, en los cuales los periodos de riego o lluvia sean prolongados.

Protección y almacenamiento:

1. No se requiere de instalaciones especiales, es recomendable utilizar lugares secos y protegidos de los rayos solares para su almacenamiento.
2. Se recomienda el uso de guantes durante su manejo.
3. Aseo con agua y jabón después del contacto con el producto.

Efectos residuales de los polímeros:

Jasso y Plascencia (1992) mencionan que los polímeros al ser aplicados al suelo no se consideran contaminantes del ambiente, debido a las siguientes características:

1. Posee un pH neutro.
2. No es tóxico, ni contamina el suelo, agua u organismos.
3. En su descomposición no hay residuos tóxicos.
4. No es volátil y es biodegradable.

Wallace *et al* (1986) (citado por Jasso y Plascencia , 1992) menciona que las normas de regulación sanitaria en los Estados Unidos de Norteamérica, establecen que la presencia de residuos de la degradación de estos productos sea menor de 0.05 a 0.02 %. Los análisis realizados para los residuos originados por el uso de la Poliacrilamida, muestran por lo regular valores alrededor de 0.0002 %.

2.5. Utilización de Contenedores para la Propagación de Plantas

El uso de recipientes para la propagación y el cultivo de plantas, es cada día más importante por la calidad y el fácil manejo que estas tienen en el campo, para lograr una mejor calidad de la planta y un rápido crecimiento, este proceso debe realizarse en

invernaderos. Los contenedores y recipientes frecuentemente utilizados según Hartman y Kester (1988) son:

a) Cajas. Charolas de madera, plástico o metal de poca profundidad, con perforaciones para drenaje en el fondo, permite mover con facilidad las plantas de uno a otro sitio cuando se requiere.

b) Macetas de barro. Usadas para el cultivo de plantas jóvenes, son pesadas o porosas, pierden con facilidad la humedad, por su forma redonda ocupan más espacio.

c) Macetas de plástico. Son de peso ligero y ocupan poco espacio, no son porosas, se pueden volver a utilizar; son rectangulares y redondas, de peso ligero y apilables. Este tipo de recipientes se usa mucho en la reforestación, para la propagación y cultivo de la planta.

d) Macetas de fibra. Se utiliza la turba y la fibra de madera con adición de fertilizantes, son biodegradables, secas y se conservan por tiempo indefinido.

e) Bloques de turba o fibra. Se utilizan para la germinación de la semilla o como medio de enraizamiento de estacas, normalmente son de turba muy comprimida y cuando se añade agua, se hincha a su tamaño de uso, es lo suficientemente suave para insertar la semilla o estaca.

f) Recipientes metálicos. Son recipientes recuperados de fábricas enlatadoras, restaurantes y panaderías por personas que se dedican a este negocio.

g) Bolsas de poliestireno. Se utilizan para cultivar estacas enraizadas o plántulas hasta alcanzar el tamaño de venta o plantación, son menos costosas pero se deterioran con rapidez.

Es importante remarcar que si no se tiene un manejo adecuado de los contenedores, el sistema radicular tenderá a malformarse presentando un desarrollo que no le permitirá a la plántula anclar firmemente en el suelo. Según (Daniel,1983) existen ventajas para efectuar la producción de plántulas en envases: La respuesta que plantea la reforestación acelerada, los mejores índices de supervivencia y desarrollo de las plántulas, respuesta positiva en su desarrollo con respecto al ambiente de algunas especies, la prolongación de la temporada de plantación, la consecuencia de una mayor producción y eficiencia en la plantación.

Sin embargo, (Daniel, 1983) menciona que existen algunas limitaciones mencionando las siguientes : necesidad de un mayor nivel de conocimientos técnicos, los cambios rápidos sufridos por las plántulas debido a las variaciones en la aplicación de agua y nutrimentos, los cuales se producen a causa del pequeño tamaño de los envases y por la pequeña cantidad de tierra que disponen, la aceleración de la incidencia, los efectos de las enfermedades y carencia de nutrimentos, como resultado de las condiciones bajo las cuales se desarrolla la plántula, los costos anuales, alrededor de 1.5 veces más que los de producción material de plantación con raíces desnudas.

El desarrollo de plántulas para uso forestal en cierto tipo de envases, no es una técnica nueva y se ha utilizado por décadas en varias partes del mundo; se pueden producir millones de plántulas por año en una sola localidad, principalmente en invernaderos (Daniel,1983). La plantación de especies arbóreas representa no sólo una ayuda importante para la naturaleza, sino para el mismo hombre, al brindar beneficios directos (producción de madera y frutos), indirectos (regulación pluviométrica, protección contra la erosión) y sociales (parques naturales y reservas ambientales).

En los países de clima frío donde se necesitan dos años o más para producir plantones en los lechos de los viveros, el intervalo puede reducirse a unos cuantos meses mediante el uso de recipientes. El sistema también ofrece una mayor flexibilidad en la producción y plantación al exterior de las plántulas en muchas regiones (Pritchett,1986).

Algunos aspectos positivos y negativos según Zobel y Talbert (1988) son:

Positivos : Se obtiene con rapidez más madera de mayor uniformidad y con más características deseadas, las edades de rotación pueden acortarse, dando como resultado una gran ventaja económica en el costo de la producción de madera, las especies exóticas son adecuadas para el manejo y el cultivo intenso de plantaciones, se conoce la calidad, utilidad de la madera producida y la biología de la reproducción de las especies exóticas, con frecuencia se han llevado a cabo estudios en especie exótica, que incluyen el mejoramiento genético.

Negativos: Fracaso inmediato de la plantación, la supervivencia y el crecimiento son buenos en los primeros años, pero los árboles nunca forman un bosque útil, la supervivencia y la tasa de crecimiento son buena, pero la madera no es aprovechable, los

árboles exóticos presentan una buena supervivencia y un buen crecimiento inicial, pero sufren un ataque retrasado por plagas o hay condiciones adversas que finalmente anulan el valor del bosque. Un problema importante que entrañan las especies exóticas es un rendimiento continuo inferior al promedio, que da como resultado una baja producción, el crecimiento es insatisfactorio debido a un déficit o ausencia de micorrizas. Con frecuencia, los suelos del ambiente exótico son marginales para la supervivencia y el crecimiento de los hongos micorrizicos; Hawley y Smith (1972) mencionan que la regeneración solo tiene éxito si las condiciones ambientales son favorables. Los métodos promedio de producción no aseguran el renuevo de las masas forestales, son por el contrario, métodos que crean ciertas condiciones apropiadas para la regeneración de una o más especies forestales. También mencionan que la repoblación artificial utilizada en América casi es exclusivamente para reforestar superficies, donde la pérdida de los árboles padres o las condiciones desfavorables del lugar, excluyen la posibilidad de un establecimiento natural rápido. Podemos mencionar que la reforestación artificial es utilizada en situaciones, donde la regeneración natural no es una alternativa aplicable.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Desarrollo General del Trabajo.

El trabajo se realizó en varias etapas independientes entre sí que ha continuación se describen:

El primer trabajo prueba de absorción de agua se realizó en un laboratorio, para los otros prueba de germinación y prueba de crecimiento y desarrollo se utilizó una nave de invernadero. Estas actividades iniciaron en Noviembre de 1997 y se finalizó en Julio de 1998. En esta investigación utilizamos semillas de *P. cembroides* la cual fue colectada en el año de 1997 en la comunidad La Amapola perteneciente al municipio de San Luis Potosí. La vegetación esta conformada por piñonares puros o mezclados de *Pinus cembroides* y *Pinus discolor* y piñonares con encino; la selección de la semilla fue lo más homogénea posible, procurando que tuviera más o menos el mismo peso, tamaño, carentes de lesiones causadas por agentes externos, tales como picaduras por insectos, quebraduras etc. y que las semillas provinieran de un mismo lote, la selección se realizó por observación directa.

3.2. Ubicación del Experimento.

El primer trabajo se realizó en el laboratorio del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la U.A.S.L.P. ubicado en la ciudad de San Luis Potosí y los restantes, en una nave de invernadero perteneciente a la Compañía Industrial Minera México S.A., la cual se localiza en la parte norte de la planta de cobre, en San Luis Potosí, S.L.P.

3.3. Trabajo de laboratorio.

En esta primera parte se realizó la prueba de absorción de agua con el polímero 200 G

cuyas características se detallan en el cuadro 1, con el polímero se trabajó con 20 unidades experimentales (U.E. = 5 semillas contenidas en una caja petri) las semillas se distribuyeron sobre dos hojas de papel filtro, no se cubrieron las semillas para evitar que el polímero pudiera adherirse al papel filtro y afectar los resultados en cada U.E. se utilizó papel filtro como sustrato el fue reemplazado cada 6 días, de las 10 U.E. con polímero se aplicaron 3 riegos de 30 ml, 30 ml, y 40 ml de agua en un periodo de 20 días, las 10 U.E. restantes sin polímero se utilizaron 4 riegos de 30 ml cada uno de agua en un periodo de 20 días, todas las unidades experimentales se mantuvieron en una germinadora modelo 1000 MAL, las cuales estuvieron iluminadas con luz de lámpara incandescente y a una temperatura promedio de 28 °C; de las 100 semillas utilizadas en este trabajo, se les asignó un número correspondiente a cada una de ellas en la parte inferior externa de la caja petri, se pesaron al inicio del trabajo en una balanza analítica modelo H 34 con una precisión de ± 0.0001 g al término del mismo se volvieron a pesar para obtener una diferencia del peso inicial menos el peso final.

3.3.1 Análisis de datos

Con la información obtenida se realizó un análisis de varianza, con el paquete estadístico S.A.S. y una comparación de medias con el método de la T de Student.

Cuadro 1 Características físico-químicas del polímero Terra Sorb 200 G.

Descripción química :	Almidón hidralizado, copolímero de polyacrylonitril con grafito
Tamaño de partícula :	0.25 mm
Densidad :	0.36
Olor :	Nulo o apenas perceptible
Toxicidad :	Cero
Capacidad de absorción :	140 veces su peso
Expansión volumétrica :	No es aplicable
Tiempo de absorción :	100 % al minuto
Vida efectiva :	Hasta la germinación
Aplicación típica :	Para el recubrimiento de las semillas
Costo del producto :	\$260.00

3.4. Trabajo de Invernadero

3.4.1. Germinación.

Para fines de evaluación se define germinación como la emergencia de la radícula. La prueba de germinación se realizó en una nave de invernadero tipo túnel con cubierta de plástico color blanco translúcido, se utilizaron contenedores tipo charola forestal de 28 x 28 cm con una capacidad de 25 recipientes, profundidad de cavidad de 18 cm, diámetro superior de la cavidad de 5.0 cm, diámetro inferior de la cavidad de 1.5 cm.

Los sustratos empleados en este trabajo son: tierra lama y peat moss (el cual se utiliza como materia orgánica) a los mismos no se les realizó tratamiento previo de manejo (desinfección) para no interferir con la utilización del polímero, los tratamientos de sustratos presentan los siguientes porcentajes: Peat-moss 100 %, Peat-moss 75 % - Tierra lama 25 %, Peat-moss 50 % - Tierra lama 50 %, Peat-moss 25 % - Tierra lama 75 % y Tierra lama 100 %.

A la semilla no se le proporcionó tratamiento previo, para no interferir con la utilización del polímero 200 G, el cual se aplicó directamente a la semilla; posteriormente se sembró en cada uno del sustrato a una profundidad aproximada de 1 cm, a los 15 días de sembrada se aplicó una mezcla con dos fungicidas de contacto Tecto 60 y Previcur N en concentraciones de 250 g/ 200 L y una segunda aplicación a los ocho días como preventivo por la posible presencia de damping off. Los contenedores fueron cambiados continuamente de lugar para que ninguna semilla o cono-contenedor presentara ventaja en cuanto a luminosidad, temperatura, efecto de orilla, etc. se realizaron 8 observaciones cada 3 o 4 días a los conos-contenedores contabilizando en cada una de las mismas la emergencia de cada semilla germinada, la cual se consideró a la presencia de las hojas cotiledonares; en el invernadero la temperatura promedio fue de 28 °C.

El trabajo consistió de 20 tratamientos con 10 repeticiones por 10 semillas cada uno. Los tratamientos de este trabajo son: cinco sustratos (Peat-moss 100 %, Peat-moss 75 % - Tierra lama 25 %, Peat-moss 50 % - Tierra lama 50 %, Peat-moss 25 % - Tierra lama 75 %, Tierra lama 100 %), dos condiciones de riego (riego no limitado y riego limitado) y

dos aplicaciones con polímero y sin polímero.

Con el riego limitado se hace referencia a un riego por semana de 40 ml y por riego no limitado a la utilización de 2 riegos por semana de 40 ml cada uno, esta cantidad de agua se determina previamente al ensayar diferentes niveles de humedad en los sustratos y capacidad de campo, los riegos se efectuaron en un horario comprendido de 9.00 a 10.30 a.m. Baker (1950) citado por Niembro (1986) menciona que la cantidad de agua que requieren las semillas para germinar varía de acuerdo con la especie, motivo por el cual es difícil de determinar, pero en términos generales un suelo que contenga un 40 % de humedad es adecuado para que germinen normalmente las semillas de los pinos (Bonner, 1974) citado por Romero (1982) menciona que la humedad recomendada es de 50 al 60 % de la capacidad de retención del sustrato.

3.4.1.1. Análisis de datos

La germinación y sus resultados se analizaron con Estadísticas no Paramétricas utilizando tablas de contingencia, se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS (Statistical Graphics System)

3.4.1.2. Velocidad de germinación

La velocidad de germinación en la semilla se calculó con la elaboración de una gráfica tiempo (días después de la siembra) contra porcentaje de germinación, en cada observación que se efectuó (cada 3 o 4 días), se evaluaron cuantas plántulas totales habían emergido y se registró la curva de germinación, obteniendo el punto máximo de germinación entre tratamientos.

3.4.1.3. Porcentaje de germinación

Para evaluar el porcentaje de germinación, se contaron las plántulas en los contenedores y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{No. de plántulas o semillas germinadas}}{\text{No. de semillas sembradas}} \times (100)$$

3.4.2. Crecimiento y desarrollo inicial

En este segundo trabajo de invernadero se utilizó nuevamente semillas de *P. cembroides* de la misma localidad, las plántulas necesarias para realizar este trabajo se obtuvieron sembrando al voleo dos almácigos (el sustrato utilizado fue Peat-moss) de 1000 semillas cada uno, se utilizó una germinadora modelo 1000 MAL la temperatura promedio para la germinación de las semillas fue de 28 °C. Las plántulas se trasplantaron a raíz desnuda a los treinta días de germinadas, para el trasplante se utilizó una pequeña estaca con la cual se abren los hoyos en donde, en forma inmediata, se colocó la plántula que previamente se había extraído del almácigo, por último, se aplica un riego para evitar la desecación de la plántula.

Al momento del llenado con el sustrato en la parte media de la cavidad del contenedor se aplicó el polímero Terra-sorb AG cuyas características básicas se observan en el cuadro 2, en este trabajo se aplicaron diferentes dosis: 0, 1, 2 y 3 g por plántula, para esta prueba los contenedores a utilizar presentaron las siguientes características: Charola forestal de 28 x 28 cm con una capacidad de 25 recipientes, profundidad de cavidad de 18 cm, diámetro superior de la cavidad de 5.0 cm, diámetro inferior de la cavidad de 1.5 cm.

Cuadro 2 Características físico-químicas del polímero Terra Sorb AG.

Nombre:	TERRA SORB AG
Descripción química :	Copolímero de polyacrylamida de eslabón cruzado.
Tamaño de partícula :	1,00 a 3,00 mm
Densidad :	0,75
Olor :	Nulo o apenas perceptible.
Toxicidad :	Cero
Capacidad de absorción :	300 a 400 veces su tamaño.
Expansión volumétrica :	100 veces su tamaño.
Tiempo de absorción	50 % 1 hora - 100 % 3 horas.
Vida efectiva :	De 4 a 5 años.
Aplicación típica :	Para árboles, arbustos y cultivos en general.
Integración de materiales solubles :	Fertilizantes, herbicidas, insecticidas etc.
Costo del producto :	\$260,00

3.4.2.1. Análisis de datos

Se trabajó en total 16 tratamientos 2 tipos de sustratos Peat-moss 50 % - Tierra lama 50 % y Tierra lama 100 %, 3 dosis de polímero (1, 2 y 3 g) y un testigo, 2 riegos, no limitado y limitado con 25 plantas cada uno por cuatro repeticiones.

Para la obtención del peso seco total se calculó de la siguiente manera: Peso seco total = peso seco aéreo + peso seco raíz.

La obtención de las tasas de crecimiento para altura (cm/t), diámetro (mm/t) y biomasa (g/t) se calcularon con la fórmula:

$$TC = \frac{AA}{AT}$$

donde:

TC = Tasa de crecimiento

AA = Diferencia en altura, diámetro o peso seco entre muestreos

AT = Diferencia en tiempo transcurridos entre muestreos

Las variables fueron las siguientes:

3.4.2.1.1 Altura de plántula (cm).

Se midió con una regla la altura de la plántula del cuello a la yema terminal, el trabajo se midió mensualmente y tuvo una duración de 4 meses.

3.4.2.1.2 Diámetro del cuello (mm).

Se evaluó el diámetro al cuello de la plántula con un vernier cada mes durante 4 meses.

3.4.2.1.3 Peso seco total, peso seco aéreo y peso seco radical (g).

Se evaluó tomando 10 plántulas por muestreo, se realizaron cada mes durante 4 meses

3.4.2.1.4 Tasa de crecimiento para altura, diámetro y peso seco

Se utilizaron las mismas plántulas en esta última prueba para obtener los datos de las variables anteriormente descritas. El procedimiento para cuantificar la materia seca fue el siguiente: para la evaluación se extrajeron al azar 10 plántulas de los envases por tratamiento (este procedimiento se realizó mensualmente), las cuales fuera del contenedor se limpiaron individualmente de tierra adherida y objetos extraños (se eliminó el polímero de aquellos tratamientos que lo contenían) separando la parte aérea y la raíz y se guardaron en bolsa de papel identificando en forma precisa cada una. Después se pusieron a secar en un horno eléctrico por 72 horas a una temperatura de 45 - 55 °C, transcurrido ese periodo se pesaron las muestras en una báscula analítica Explorer-Ohaus con una precisión de ± 0.0001 g se determinó el peso seco de la parte aérea, el peso seco de la raíz y el peso seco total, los datos obtenidos por cada tratamiento fueron utilizados para la obtención de las tasas de crecimiento.

menciona la importancia de la velocidad de germinación que tengan las semillas de especies forestales, para evitar factores tales como depredación, temperaturas extremas.

Los resultados de la velocidad de germinación se describen a continuación:

Tratamientos con peat moss 100 %

	10	13	17	20	24	27	31	35
Peat-moss 100 % R.L.								
Con polímero	0	3	9	10	12	6	10	13
Sin polímero	0	2	17	18	9	6	2	13
Peat-moss 100 % R.N.L.								
Con polímero	1	5	16	18	24	7	4	6
Sin polímero	1	5	25	22	13	4	2	5

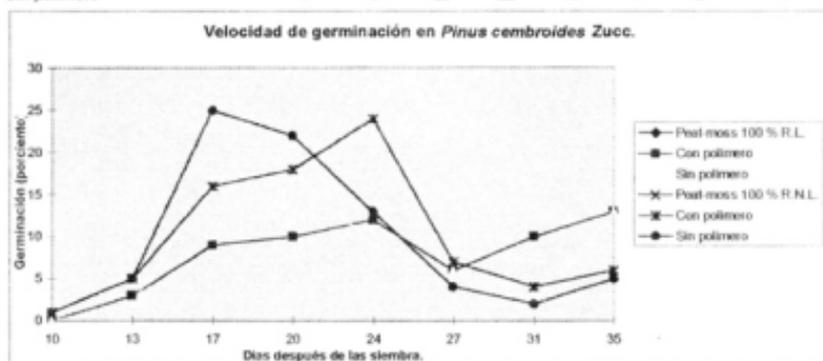


Figura 1. Comparación de velocidades de germinación en *P. cembroides* Zucc. con tratamientos peat moss 100 %.

Como se observa, la mejor velocidad de germinación la presento el tratamiento 16 (peat moss 100 % riego no limitado sin polímero) con 25 semillas germinadas a los 17 días de sembradas, un segundo mejor tratamiento fue el 6 (peat moss 100 % riego no limitado con polímero) con 24 semillas germinadas a los 24 días. El peor tratamiento obtenido fue el número 1 (peat moss 100 % riego limitado con polímero) con 12 semillas germinadas a los 24 días de sembradas. Se comparan los tratamientos que contienen el 100 % de materia orgánica (peat moss), se observa que el efecto del polímero no es importante, sin embargo con la utilización del riego no limitado se obtuvieron los mejores incrementos en la velocidad de germinación.

Tratamientos con peat moss 75 % - tierra lama 25 %

	10	13	17	20	24	27	31	35
P.M. 75 %T.L. 25 %R.L.								
Con polímero	0	0	5	11	10	13	9	20
Sin polímero	0	1	4	5	4	6	14	19
P.M. 75 %T.L. 25 %R.N.L.								
Con polímero	0	1	13	11	14	9	6	13
Sin polímero	0	4	7	15	10	11	12	11

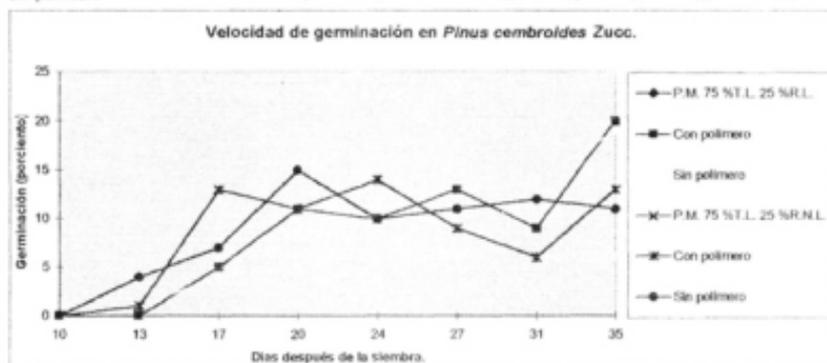


Figura 2. Comparación de velocidades de germinación en *P. cembroides* Zucc. con tratamientos peat moss 75 % - tierra lama 25 %.

La mejor velocidad de germinación se presenta en el tratamiento 17 (peat moss 75 % - tierra lama 25 % riego no limitado sin polímero) con 15 semillas germinadas a los 20 días, un segundo mejor tratamiento fue el 7 (peat moss 75 % - tierra lama 25 % riego no limitado con polímero) con 14 semillas germinadas a los 24 días. El peor tratamiento obtenido lo presenta el número 12 (peat moss 75 % - tierra lama 25 % riego limitado sin polímero) con 5 semillas germinadas a los 20 días de sembradas. Se observa que coincide la velocidad de germinación veinte días en los dos tratamientos (el mejor y el peor) la diferencia sería el triple (15 contra 5) de las semillas germinadas.

Realizando las comparaciones entre los tratamientos que contienen 75 % de materia orgánica (peat moss) y 25 % de tierra lama, se observa como en el caso anterior que no hay efecto del polímero, considerando de mayor importancia la utilización del riego no limitado.

Tratamientos con peat moss 50 % - tierra lama 50 %

	10	13	17	20	24	27	31	35
P.M. 50 %T.L. 50 %R.L.								
Con polímero	0	1	11	4	6	4	13	18
Sin polímero	0	0	4	2	2	4	9	27
P.M. 50 %T.L. 50 %R.N.L.								
Con polímero	0	0	0	7	18	15	10	18
Sin polímero	0	0	3	10	13	6	3	10

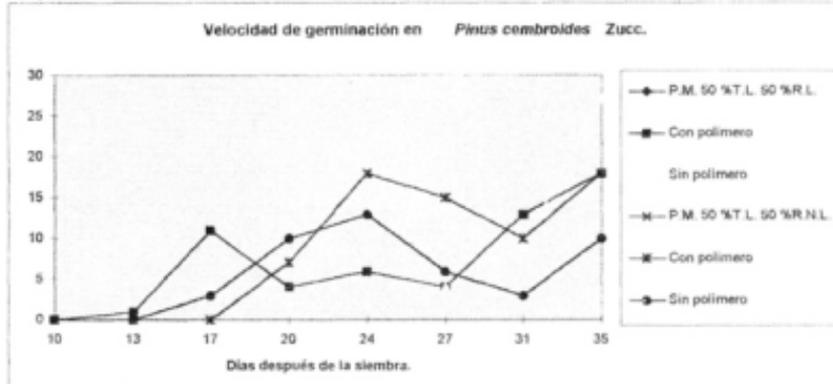


Figura 3. Comparación de velocidades de germinación en *P. cembroides* Zucc. con tratamientos peat moss 50 % - tierra lama 50 %.

La mejor velocidad de germinación se presenta con el tratamiento 8 (peat moss 50 % - tierra lama 50 % riego no limitado con polímero) con 18 semillas germinadas a los 24 días de sembradas, un segundo mejor tratamiento fue el 18 (peat moss 50 % - tierra lama 50 % riego no limitado sin polímero) con 13 semillas germinadas a los 24 días. El peor tratamiento lo presento el número 13 (peat moss 50 % - tierra lama 50 % riego limitado sin polímero) con 4 semillas germinadas a los 17 días de sembradas, podemos comentar que el tratamiento 3 (peat moss 50 % - tierra lama 50 % riego limitado con polímero) presenta su velocidad de germinación a los 17 días con 11 semillas germinadas, sin embargo la mejor velocidad se obtiene con el tratamiento 8 con 18 semillas germinadas.

Se comparan los tratamientos que contienen 50 % de materia orgánica y 50 % de tierra lama, se observa que al utilizar el polímero la velocidad de germinación en la semilla se logra incrementar, sin embargo se considera de mayor importancia la utilización de riego no limitado.

Tratamientos con peat moss 50 % - tierra lama 50 %

	10	13	17	20	24	27	31	35
P.M. 25 %T.L. 75 %R.L.								
Con polímero	0	0	2	1	8	10	7	18
Sin polímero	0	0	0	3	4	4	8	12
P.M. 25 %T.L. 75 %R.N.L.								
Con polímero	0	0	2	8	17	9	8	20
Sin polímero	0	0	0	1	9	9	12	14

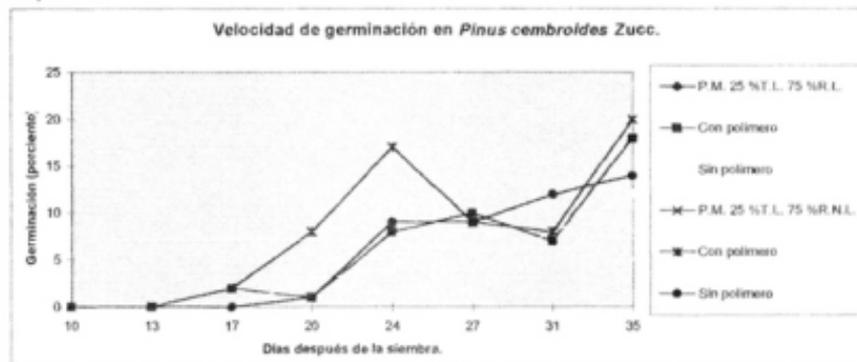


Figura 4. Comparación de velocidades de germinación en *P. cembroides* Zucc. con tratamientos peat moss 25 % - tierra lama 75 %.

La mejor velocidad de germinación se obtiene en el tratamiento 9 con 17 semillas germinadas a los 24 días de sembradas, un segundo mejor tratamiento fue el 19 (peat moss 25 % - tierra lama 75 % riego no limitado sin polímero) con 9 semillas germinadas a los 24 días. El peor. El peor tratamiento es el 14 (peat moss 25 % - tierra lama 75 % riego limitado sin polímero) con 4 semillas germinadas a los 24 días de sembradas.

Se compararon los tratamientos que contienen 25 % de materia orgánica (peat moss) y 75 % de tierra lama, se observa que al disminuir el porcentaje de materia orgánica el polímero ayuda a la semilla en la velocidad de germinación, sin embargo se vuelve a depender del riego no limitado.

Tratamientos con tierra lama 100 %.

	10	13	17	20	24	27	31	35
Tierra lama 100 % R.L.								
Con polímero	0	0	0	0	2	2	8	14
Sin polímero	0	0	0	0	0	1	1	8
Tierra lama 100 % R.N.L.								
Con polímero	0	0	0	2	8	6	6	21
Sin polímero	0	0	0	0	2	1	3	15

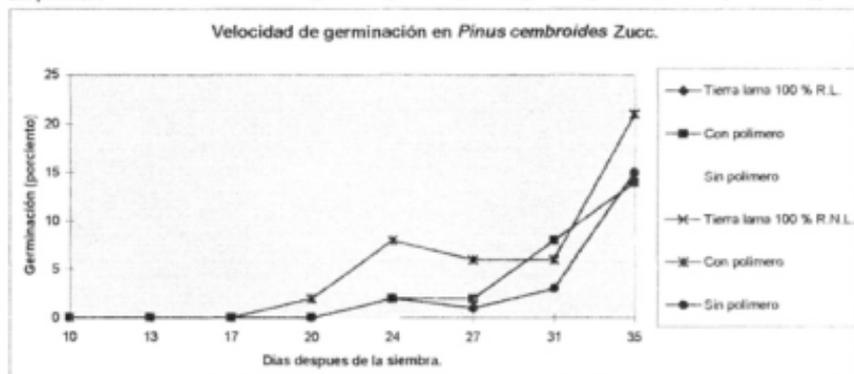


Figura 5. Comparación de velocidades de germinación en *P. cembroides* Zucc. con tratamiento tierra lama 100 %.

La mejor velocidad de germinación se presenta en el tratamiento 10 (tierra lama 100 % riego no limitado con polímero) con 8 semillas germinadas a los 24 días de sembradas, no tenemos diferencias entre los tratamientos 20 (tierra lama 100 % riego no limitado sin polímero) con 2 semillas germinadas a los 24 días de sembradas y 15 (tierra lama 100 % riego limitado sin polímero) con 2 semillas germinadas a los 24 días de sembradas. El peor tratamiento obtenido fue el 15 (tierra lama 100 % riego limitado sin polímero) con 1 semilla germinada a los 27 días de sembradas.

Se realizó la comparación entre los tratamientos que contienen el 100 % de tierra lama, podemos observar como el polímero le ayuda a la semilla para obtener la mejor velocidad de germinación, sin embargo es necesario el riego no limitado.

DISCUSIÓN GENERAL

El mejor tratamiento correspondió al 16 con 25 semillas germinadas a los 17 días de sembradas. El peor tratamiento correspondió al 15 con 1 semilla germinada a los 27 días de sembrada.

Los tratamientos con mejor velocidad de germinación presentaron porcentajes de 100 % de materia orgánica y riego no limitado, con respecto a la utilización del polímero, este no proporcione diferencias significativas entre los mejores tratamientos obtenidos como el tratamiento 16 (25 semillas germinadas) y el tratamiento 6 (24 semillas germinadas).

Como se aprecia en la figura 1, la mejor velocidad de germinación correspondió al tratamiento 16 (peat moss 100 %, riego no limitado, sin polímero) el cual a los 17 días presenta 25 plántulas, seguido del tratamiento 11 (peat moss 100 %, riego limitado, sin polímero) el cual a los 17 días presenta 17 plántulas, un tercer resultado lo presentó el tratamiento 6 (peat moss 100 %, riego no limitado, con polímero) el cual tuvo presencia de 16 plántulas a los 17 días.

El tratamiento 15 (tierra lama 100%, riego limitado, sin polímero) obtuvo los resultados más bajos con 10 plántulas presentes a los 27 días de sembradas ver figura 5, correspondiendo a este tratamiento la forma tradicional que emplean los viveristas, de tal suerte que se presenta una fuerte pérdida en el porcentaje germinativo, crecimiento inicial de las plántulas y pérdidas económicas.

La velocidad de germinación la consideramos básica para los viveristas por el manejo más eficiente de su plantilla. Niembro y Fierros (1988) mencionan que una germinación lenta y carente de uniformidad da por resultado variaciones en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, exponiéndolas por mayor tiempo al ataque de predadores y organismos patógenos.

4.3. Porcentaje de Germinación.

Romero (1982) comenta que la forma de expresar el potencial de germinación o la capacidad germinativa, es en porcentaje de semillas que producen plántulas normales bajo condiciones favorables sin límite de tiempo. Sánchez y Cetina (1989) mencionan que el

porcentaje de germinación óptimo de un lote está determinado por la condición de cada semilla como la composición química, impermeabilidad de la testa. Así mismo comentan que este porcentaje se podrá obtener si la semilla se encuentra bajo condiciones ideales de temperatura, humedad e intensidad de luz, se coincide con estos conceptos, pero debemos tener presente el sustrato a utilizar el cual deberá contar con porcentajes significativos de materia orgánica. Para este trabajo se consideró un tiempo límite de 35 días (el tiempo óptimo de germinación en *Pinus cembroides* varía de 15 a 25 días), Niembro (1986) menciona que el tiempo requerido por la semilla de *Pinus* para germinar varía de acuerdo con la especie, aunque en términos generales la germinación se lleva a cabo en el curso de 12 a 30 días. Después del tiempo fijado para este trabajo, se tuvo la presencia de algunas semillas germinadas (aproximadamente a los 40 días) las cuales no sobrepasaron el 10 % de cada tratamiento.

Cetina (1984) menciona que las semillas recién caídas de los piñoneros tienen una alta viabilidad inicial (82 a 96 %) decreciendo esta rápidamente, así mismo comenta que la semilla no debería tener problemas de germinación por latencia o testa, principalmente esto se debe a causa de factores como la rápida descomposición de las mismas; debido a su contenido de grasa (60 %) y su apetecible sabor, por lo cual las semillas son depredables; lo que no permite al piñonero tener una regeneración natural y la poca que existe tarda tiempo en establecerse.

Nepamuceno *et al.* (1987) presentaron un trabajo sobre la determinación del color de la semilla que en *P. cembroides* y *P. johannis* pudieran afectar los parámetros de germinación y la morfología interna, concluyen que para *P. cembroides* el color de la semilla no afecta la germinación y en *P. johannis* las semillas moteadas muestran un alto porcentaje sin embrión y en consecuencia su capacidad germinativa es inferior. También concluyen que los parámetros de germinación (velocidad germinativa y capacidad germinativa), no resultan afectados por el color de las semillas, sobre la base de semilla con embrión. Niembro (1987) citado por Nepamuceno *et al.* (1987) comenta que para *P. hartwegii* Lindl. Las diferencias presentadas en la germinación y calidad de las semillas son atribuibles al color y tamaño, menciona que las semillas de color oscuro son superiores en germinación y peso a las semillas de color claro. Patlai (1989) citado por

Nepamuceno *et. al.* (1987) en un estudio de selección y progenies en el que ensayó plantaciones de acuerdo al color de las semillas, encontró que los colores claros muestran menor sobrevivencia y que la intensidad del color se transmitió a la primera generación, concluye que el color puede servir para caracterizar formas dentro de las plantaciones.

Los resultados más relevantes de la germinación por muestreo se presentan en el anexo 2 y los porcentajes de germinación acumulada se presentan en el anexo 3. Se observa que la germinación inicia a los 10 días de sembrada la semilla; la mayor presencia 25 plántulas se presentó a los 17 días, correspondiendo al tratamiento 16 peat moss 100% sin polímero riego no limitado, un segundo tratamiento con una buena presencia de germinación correspondió al 6 peat moss 100% con polímero riego no limitado presentándose a los 24 días de sembrada la semilla. La menor presencia de germinación 1 plántula se presenta a los 27 días, correspondiendo al tratamiento 15 tierra lama 100% sin polímero riego limitado, un segundo porcentaje bajo en germinación fue el presentado por el tratamiento 20 con 2 plántulas tierra lama 100% sin polímero riego no limitado, las cuales se presentaron a los 24 días de sembrada la semilla. El mejor porcentaje de germinación final (81%) ver cuadro 4, lo registro el tratamiento 6 peat moss 100% polímero riego no limitado, conforme disminuye el porcentaje de germinación, disminuye también el porcentaje de materia orgánica (peat moss), como se presentó con el tratamiento 15 (tierra lama 100% sin polímero riego limitado) con 10 plántulas. Vera (1986) citado por carrillo (1988) menciona la importancia de la utilización del sustrato utilizado en los almácigos, los que presentan un efecto directo en la germinación y desarrollo de los brinzales, por lo que necesario realizar ensayos para determinar la proporción de los sustratos, en la que se obtenga el mayor porcentaje y el mejor desarrollo inicial de los brinzales. Shepperd y Noble (1976) citados por Niembro y Fierros (1988) estudiaron el efecto de la cantidad y distribución del agua de riego en la germinación de *P. contorta*. Los resultados obtenidos mostraron que la cantidad y distribución del agua de riego afecta significativamente la germinación y el crecimiento de las plantas de dicha especie. Rebolledo (1982) menciona que las plántulas del piñonero solo pueden emerger en un medio muy rico en detritos y materia orgánica y protegidos de la desecación.

Cuadro 4 Porcentaje germinativo de la semilla de *Pinus cembroides* Zucc bajo condiciones de invernadero.

Polimero riego limitado	Germinación	Sin germinación
Tratamiento 1 Peat moss 100 %	63	37
Tratamiento 2 P.M. 75 % - T.L. 25 %	68	32
Tratamiento 3 P.M. 50 % - T.L. 50 %	57	43
Tratamiento 4 P.M. 25 % - T.L. 75 %	46	54
Tratamiento 5 Tierra lama 100 %	26	74
Polimero riego no limitado		
Tratamiento 6 Peat moss 100 %	81	19
Tratamiento 7 P.M. 75 % - T.L. 25 %	67	33
Tratamiento 8 P.M. 50 % - T.L. 50 %	68	32
Tratamiento 9 P.M. 25 % - T.L. 75 %	64	36
Tratamiento 10 Tierra lama 100 %	43	57
Sin polimero riego limitado	Germinación	Sin germinación
Tratamiento 11 Peat moss 100 %	67	33
Tratamiento 12 P.M. 75 % - T.L. 25 %	53	47
Tratamiento 13 P.M. 50 % - T.L. 50 %	48	52
Tratamiento 14 P.M. 25 % - T.L. 75 %	31	69
Tratamiento 15 Tierra lama 100 %	10	90
Sin polimero riego no limitado		
Tratamiento 16 Peat moss 100 %	77	23
Tratamiento 17 P.M. 75 % - T.L. 25 %	70	30
Tratamiento 18 P.M. 50 % - T.L. 50 %	45	55
Tratamiento 19 P.M. 25 % - T.L. 75 %	45	55
Tratamiento 20 Tierra lama 100 %	21	79

Donde:

P.M. = Peat moss

T.L. = Tierra lama

Los resultados sobre el porcentaje germinativo se describen a continuación (ver anexo 4):

Tratamientos con polimero-riego limitado: no hay efecto del polimero en la germinación. En este análisis se presenta una diferencia significativa anexo 4 $P < 0.01$ en el tratamiento 5 (Polimero, riego limitado, tierra lama 100 %) donde el porcentaje de materia orgánica es nulo como se observa en el cuadro 6, este resultado indica la importancia de utilizar la materia orgánica la cual deberá estar contenida en el sustrato y así poder obtener incrementos en el porcentaje germinativo de la semilla de *P. cembroides*, en los restantes tratamientos no tenemos diferencias significativas $P > 0.01$ los diferentes porcentajes de materia orgánica presentes en los sustratos muestran variaciones en la germinación respectivamente, el riego limitado correspondió a una vez

por semana.

Tratamientos con polímero-riego no limitado: no hay efecto del polímero en la germinación. En este análisis se presenta una diferencia en el tratamiento 10 (Polímero, riego limitado, tierra lama 100 %) $P < 0.01$ ver anexo 4 en este tratamiento el porcentaje de materia orgánica es nulo, este resultado indica la necesidad de la utilización de la materia orgánica, la cual deberá estar contenida en el sustrato y así poder obtener incrementos significativos en el porcentaje germinativo en la semilla de *P. cembroides*, en los restantes tratamientos no se presenta diferencias significativas donde $P > 0.01$ en el tratamiento 6 (Polímero, riego no limitado, peat moss 100 %) se obtiene el mejor porcentaje de germinación con 81 % con relación al total de los tratamientos, el riego no limitado correspondió a dos riegos por semana.

Tratamientos sin polímero-riego limitado: los resultados obtenidos en el análisis presentan una diferencia en el tratamiento 15 (Sin polímero, riego limitado, tierra lama 100%) donde $P < 0.01$ ver anexo 4 en este tratamiento el porcentaje de materia orgánica es nulo, los restantes tratamientos no se presentan diferencias significativas donde $P > 0.01$ lo cual indica la importancia de utilizar la materia orgánica en el sustrato en porcentajes altos, así podremos obtener incrementos favorables en la germinación.

Tratamientos sin polímero-riego no limitado: los resultados presentan diferencias en los tratamientos 18 (Sin polímero, riego no limitado, peat moss 50% - tierra lama 50%), 19 (Sin polímero, riego no limitado, peat moss 25% - tierra lama 75%) y 20 (Sin polímero, riego no limitado, tierra lama 100%) donde $P < 0.01$ ver anexo 4 en estos tratamientos el porcentaje de materia orgánica es bajo o regular 25 y 50 % de peat moss respectivamente, la diferencia en el porcentaje germinativo obtenido en los tratamientos 18 y 19 se debe a la presencia de riego no limitado (dos veces por semana), nuevamente la presencia de la materia orgánica en el sustrato es importante si se quieren obtener porcentajes aceptables de germinación, en los restantes tratamientos no se presentan diferencias Significativas donde $P > 0.01$.

Los tratamientos que presentaron $P > 0.01$ indican porcentajes altos (75 y 50 %) o aceptables (50 y 25 %) de materia orgánica en los sustratos ver cuadro 4 y anexo 4, teniendo incrementos favorables en la germinación, esto se puede relacionar con la

capacidad de la materia orgánica de poder almacenar niveles altos de humedad, (Curtis, 1960) citado por Hocker (1984) explica que el mantillo producido tanto por el pino como por los árboles de follaje frondoso, retiene dos tercios o una producción aun mayor, de agua recibida de las tormentas con precipitaciones menores de 0.5 pulgadas.

El tratamiento 6 (Polímero, riego no limitado, peat moss 100%) con un porcentaje germinativo de 81 % fue el mejor tratamiento, y el tratamiento 15 (Sin polímero, riego limitado, tierra lama 100%) con un porcentaje germinativo de 10 % fue el peor obtenido en este trabajo, el tratamiento 16 (Sin polímero, riego no limitado, peat moss 100%) presenta un porcentaje de germinación de 77 % el cual es favorable, un porcentaje bueno en la germinación es el presentado en los tratamientos 8 (Polímero, riego no limitado, peat moss 50% - tierra lama 50 %) y 17 (Sin polímero, riego no limitado, peat moss 75% - tierra lama 25%) con 68 % y 70 % respectivamente, los Tratamientos 5 (Polímero, riego limitado, tierra lama 100%) con 26 %, 10 (Polímero, riego no limitado, tierra lama 100%) con 43 %, 15 (Sin polímero, riego limitado, tierra lama 100%) con 10 % y 20 (Sin polímero, riego no limitado, tierra lama 100%) con 21 % presentan los resultados de germinación más desfavorables.

Los tratamientos 14 (Sin polímero, riego limitado, peat moss 25% - tierra lama 75%) con 31 %, 15 (Sin polímero, riego limitado, tierra lama 100%) con 10 %, 19 (Sin polímero, riego no limitado, peat moss 25% - tierra lama 75%) con 45 % y 20 (Sin polímero, riego no limitado, tierra lama 100%) con 21 % son los que comúnmente utilizan los viveristas; con los resultados obtenidos en este trabajo de germinación, podemos determinar la importancia de utilizar porcentajes altos de materia orgánica. La utilización del polímero es recomendable si se tiene bajos porcentajes de materia orgánica, el empleo del mismo es a criterio del productor.

Caballero y Toral (1967) citados por Carrillo (1988) utilizaron tierra de monte con altos porcentajes de materia orgánica, arena sílica y papel filtro para determinar su influencia en la germinación y desarrollo inicial de *Pinus pseudostrobus* var. oaxacana, concluyendo que la germinación y el desarrollo de las plántulas, fue mayor en tierra de monte con una buena porción de materia orgánica.

González (1990) reporta en su investigación que los rodales con una regeneración

buena, el sustrato tiene baja pedregosidad, presencia de herbáceas, dosel de intermedio a abierto y con poco ocochal (materia orgánica), pero los rodales con regeneración excesiva, presentaron el dosel cerrado y una buena formación de suelo, altas proporciones de ocochal y poca pedregosidad, lo que favoreció de manera significativa la regeneración natural. Rojas (1984) menciona que el sustrato, es sin duda uno de los factores que influyen en la germinación de las semillas, por las características físico-químicas del mismo.

Esto confirma que los mejores porcentajes de germinación obtenidos, se presentan conforme se tienen incrementos en la materia orgánica de los sustratos (peat moss 100 % y peat moss 75 % – tierra lama 25 %) y decrece la germinación si el sustrato es pobre en materia orgánica (peat moss 25 % – tierra lama 75 % y tierra lama 100 %), sin embargo el polímero con niveles bajos de materia orgánica le ayuda a incrementar el porcentaje germinativo a la semilla del piñonero ver tratamientos 4 (46 %), 5 (26 %) 9 (64 %) y 10 (43 %) contra tratamientos sin polímero 14 (31 %), 15 (10 %) 19 (45 %) y 20 (21 %), pero resulta más adecuado para el productor forestal de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, utilizar porcentajes altos de materia orgánica (mayor del 50 %) y como porcentaje mínimo el 50 % de materia orgánica en el sustrato ver tratamientos 3 (57 %), 8 (68 %) 13 (48 %) y 18 (45 %).

Niembro y Fierro (1988) mencionan que bajo condiciones de vivero e invernadero poco se conoce acerca del efecto del sustrato en la germinación de las semillas de pino, así mismo proporcionan resultados de diversos trabajos los que a continuación se describen. Villarreal (1981) investigó el efecto de la tierra de monte y de la arena de río así como mezclas de perlita, aserrín y tierra de monte en partes iguales para la germinación de semillas de *P. arizonica*, los resultados obtenidos mostraron que las combinaciones de tierra de monte y arena de río en la proporción de 1:1 favoreció la germinación, Prieto (1986) su estudio comprendió la influencia de la tierra de monte y la arena de río en cinco proporciones para la germinación de las semillas de *P. hartwegii*, los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas, concluyendo que las mezclas de dichos sustratos no afectan la germinación de las semillas. Vera (1986) evaluó el efecto de la tierra de monte y la arena de mina tanto en forma pura como combinada en

la germinación de las semillas de *P. montezumae*, los resultados obtenidos mostraron que la tierra de monte por si sola favorece la germinación, mientras que combinaciones de este sustrato con la arena de mina retardan la germinación. Oliviera y Bradi (1976) citados por Carrillo (1988) determinaron que una mezcla de arena, hojas de paja de arroz y mantillo forestal, en partes iguales, se obtienen los mayores porcentajes de germinación en *P. taeda*, así mismo Fernández (1978) citado por Carrillo (1988) recomendó utilizar una mezcla de arena, musgo y suelo forestal, en proporciones de 1:1:1 para la germinación de *Podocarpus imbricatus*. Niembro y Fierro (1988) indican que bajo condiciones de invernadero se utilizan con frecuencia combinaciones de diversos sustratos como perlita, vermiculita, turba, musgo spagnum, corteza de árbol, etc. También comentan que la experiencia ha demostrado que las mezclas de vermiculita con musgo spagnum proporcionan el mejor sustrato para la germinación de las semillas de pino.

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se coincide con estos autores al demostrar que el mejor porcentaje de germinación se obtuvo con los tratamientos 6 (81 %) y 16 (77 %) en donde el sustrato utilizado es peat moss 100 %, no existiendo diferencia significativa cuando se utilizó el polímero. Chavez (1989) evaluó el efecto de la escarificación mecánica, tiempo de remojo, tipo de sustrato y periodicidad de riego sobre la emergencia de plántulas de *P. cembroides*. Los resultados obtenidos mostraron que la mezcla de arena de mina (50 %) y tierra de monte (50 %) y en periodicidad de riego (cada cinco días) obtuvo el más alto porcentaje de emergencia de las plántulas, con respecto a esta investigación no se coincide en relación con el porcentaje de materia orgánica presente en el sustrato, el mejor porcentaje germinativo se obtuvo con el tratamiento 6 (81 %).

El tratamiento 8 con mezcla de peat moss (materia orgánica) 50 % y tierra lama 50 % con polímero presenta 68 % de germinación, Chavez (1989) con un tratamiento similar (porcentajes similares 50 % en los sustratos) obtuvo un 72 %, el tratamiento 18 con mezcla de peat moss (materia orgánica) 50 % y tierra lama 50 % sin polímero presentó 45 % de germinación, los riegos se efectuaron cada cuatro días.

4.4 Crecimiento y Desarrollo Inicial

Los resultados obtenidos en esta parte del trabajo de investigación se reportan en el cuadro 6 y los tratamientos se reportan en el cuadro 4. Las plántulas se transplantaron a raíz desnuda a los 30 días

Cuadro 5. Tratamientos para la variable crecimiento y desarrollo en plántulas de *P. cembroides* Zucc.

TRATAMIENTO	TIPO DE RIEGO	SUSTRATO UTILIZADO	SUSTRATO UTILIZADO	DOSIS
1	Riego no limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	0 g
2	Riego no limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	1 g
3	Riego no limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	2g
4	Riego no limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	3g
5	Riego no limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	0 g
6	Riego no limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	1 g
7	Riego no limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	2g
8	Riego no limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	3g
9	Riego limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	0 g
10	Riego limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	1 g
11	Riego limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	2g
12	Riego limitado	Peat moss 00 %	Tierra lama 100 %	3g
13	Riego limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	0 g
14	Riego limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	1 g
15	Riego limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	2g
16	Riego limitado	Peat moss 50 %	Tierra lama 50 %	3g

Cuadro 6 Promedio en altura, diámetro, peso seco aéreo (P.S.A.), peso seco de raíz (P.S.R.) y peso seco total (P.S.T.) en plántulas de 4 meses de *Pinus cembroides* Zucc cultivadas en invernadero (n = 10).

Tratamiento	Altura cm/mes	Diámetro mm/mes	P.S.A. g/mes	P.S.R. g/mes	P.S.T. g/mes
1	11.61	0.24	0.34	0.08	0.42
2	11.25	0.23	0.37	0.1	0.47
3	11.62	0.24	0.42	0.12	0.54
4	11.54	0.25	0.46	0.13	0.59
5	11.48	0.25	0.35	0.1	0.45
6	12.51	0.26	0.47	0.13	0.61
7	12.25	0.26	0.45	0.13	0.58
8	10.43	0.22	0.34	0.09	0.43
9	10.52	0.24	0.24	0.08	0.32
10	11.42	0.23	0.24	0.07	0.31
11	11.39	0.23	0.26	0.07	0.33
12	10.15	0.23	0.21	0.04	0.25
13	8.47	0.22	0.24	0.07	0.31
14	9.88	0.23	0.29	0.09	0.38
15	10.11	0.21	0.24	0.06	0.3
16	9.93	0.21	0.24	0.06	0.3

Con respecto a la altura los datos obtenidos variaron de 8.47 a 12.51 cm sobresaliendo los tratamientos 6 (Riego no limitado peat moss 50 % - tierra lama 50 % con 1 g de polímero) con 12.51 cm y 7 (Riego no limitado peat moss 50 % - tierra lama 50 % con 1 g de polímero) con 12.25 cm, presentando el tratamiento 13 (Riego limitado peat moss 50 % - tierra lama 50 % sin polímero) con 8.47 cm la altura más baja. Para las variables estudiadas, nos muestran que el tratamiento 6 (riego no limitado, peat moss 50 % - tierra lama 50 %, 1 g de polímero) presentó los mejores porcentajes para todas ellas, un segundo resultado aceptable fue el tratamiento 4 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero). El peor tratamiento corresponde al 13 (riego limitado, peat moss 50 % - tierra lama 50 %, sin polímero).

Con el tratamiento 6 se obtienen los mejores resultados en las variables de estudio, se presenta el efecto del sustrato con riego no limitado (mejores crecimientos de las plántulas) y el polímero presenta su mejor eficiencia con dosis de 1 g; al comparar los tratamientos restantes con riego no limitado, estos presentan diferencias no significativas, sin embargo al realizar la comparación contra los tratamientos con riego limitado, se presentan diferencias significativas. Con respecto al peor tratamiento, se considera que esto ocurre debido a la deficiencia de humedad presentada con el riego limitado y a no utilizar alguna dosis del polímero, que posiblemente hubiera incrementado sus resultados.

Cuadro 7. Altura y tasa de crecimiento promedio mensual en la variable altura en plántulas de *P. cembroides*. Cultivadas en invernadero (n = 3 * y 4 **).

TRATAMIENTO	ALTURA				Tasa de crecimiento promedio
	1er. muestreo	2do. muestreo	3er. muestreo	4o. muestreo	mensual cm / mes.
1	9.69	10.52	11.99	14.25	1.52 **
2	8.97	8.97	12.02	15.05	2.03 **
3	8.87	9.17	12.23	16.2	2.44 **
4	8.03	10.16	12.62	15.35	2.44 **
5	9.36	9.68	12.61	14.25	1.63 **
6	10.37	11.11	13.42	15.15	1.59 **
7	9.7	11.19	13.07	15.05	1.78 **
8	8.69	10.11	12.48	plantulas muertas	1.90 *
9	9.77	9.94	11.86	plantulas muertas	1.05 *
10	10.8	10.91	12.55	plantulas muertas	0.88 *
11	10.79	11.42	11.95	plantulas muertas	0.58 *
12	9.41	9.45	11.6	plantulas muertas	1.10 *
13	6.79	7.23	11.4	plantulas muertas	2.31 *
14	8.38	9	12.25	plantulas muertas	1.94 *
15	9.39	9.88	11.07	plantulas muertas	0.85 *
16	9.27	9.37	11.15	plantulas muertas	0.94 *

Con respecto a la variable altura y a la tasa de crecimiento, el mejor resultado se presentó con los tratamientos 3 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 2 g de polímero) con 2.44 cm / mes y 4 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 2.44 cm / mes ver cuadro 8. El peor resultado se presenta con el tratamiento 11 (riego limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 2 g de polímero) con 0.58 cm / mes.

Los mejores resultados en forma general se obtienen con el riego no limitado y al utilizar las diferentes dosis del polímero (se obtuvieron las mejores alturas), con respecto al riego limitado el mejor resultado se presentó en el tratamiento 13 (riego limitado, peat moss 50 % - tierra lama 50 %, sin polímero) con 2.31 cm / mes, en los tratamientos restantes con riego limitado los crecimientos presentados por las plántulas fueron deficientes, tal vez existió competencia entre el polímero y la plántula, o bien la plántula no suficientemente hábil para obtener la humedad contenida en el polímero, sin embargo después del tercer muestreo (del tratamiento 8 al tratamiento 16) las plántulas murieron, posiblemente a un mal manejo de las mismas con respecto a la incorporación del polímero.

Cuadro 8. Diámetro y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de *P. cembroides* cultivadas en invernadero (n = 3 * y 4 **).

TRATAMIENTO	DIAMETRO				Tasa de crecimiento promedio mensual mm / mes
	1er. muestreo	2do. muestreo	3er. muestreo	4o. muestreo	
1	0.2	0.22	0.24	0.29	0.03 **
2	0.2	0.2	0.22	0.29	0.03 **
3	0.2	0.21	0.25	0.3	0.03 **
4	0.22	0.23	0.24	0.29	0.02 **
5	0.23	0.23	0.25	0.27	0.01 **
6	0.22	0.25	0.27	0.29	0.02 **
7	0.23	0.25	0.26	0.29	0.02 **
8	0.21	0.22	0.23	plántulas muertas	0.01 *
9	0.23	0.24	0.24	plántulas muertas	0.005 *
10	0.2	0.23	0.26	plántulas muertas	0.03 *
11	0.22	0.23	0.23	plántulas muertas	0.005 *
12	0.21	0.21	0.26	plántulas muertas	0.03 *
13	0.2	0.22	0.25	plántulas muertas	0.025 *
14	0.2	0.22	0.27	plántulas muertas	0.04 *
15	0.2	0.21	0.23	plántulas muertas	0.015 *
16	0.2	0.21	0.23	plántulas muertas	0.02 *

En la variable diámetro, el mejor resultado se obtiene con el tratamiento 14 (riego limitado, peat moss 50 % - tierra lama 50 %, 1 g de polímero) con 0.04 mm / mes, y el peor tratamiento lo presentó el número 13 (riego limitado, peat moss 50 % - tierra lama 50 %, 0 g de polímero) con 0.025 mm / mes.

Los mejores promedios fueron: tratamientos con riego no limitado, esto se puede explicar por la disponibilidad de humedad que tiene la plántula. Respecto a los tratamientos con riego limitado que presentaron los mejores resultados, sobresale el número 14 (riego limitado, peat moss 50 % - tierra lama 50 %, 1 g de polímero) con 0.04 mm, y los tratamientos 10 (riego limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 1 g de polímero) con 0.03 mm / mes, y 12 (riego limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.03 mm / mes; consideramos que el polímero presentó eficiencia en su utilización, sin embargo después del tercer muestreo (del tratamiento 8 al tratamiento 16) las plántulas murieron, posiblemente a un mal manejo de las plántulas con respecto a la incorporación del polímero.

Cuadro 9. Peso seco aéreo y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de *P. cembroides* cultivadas en invernadero (n = 3 * y 4 **).

TRATAMIENTO	g / mes				Tasa de crecimiento promedio mensual g / mes
	1er. muestreo	2do. muestreo	3er. muestreo	4o. muestreo	
1	0.2	0.28	0.39	0.48	0.09 **
2	0.24	0.26	0.36	0.63	0.13 **
3	0.18	0.22	0.52	0.77	0.19 **
4	0.22	0.31	0.54	0.77	0.19 **
5	0.25	0.25	0.36	0.55	0.10 **
6	0.31	0.33	0.56	0.7	0.13 **
7	0.33	0.36	0.48	0.65	0.11 **
8	0.26	0.27	0.48	plantulas muertas	0.11 *
9	0.18	0.2	0.33	plantulas muertas	0.08 *
10	0.19	0.19	0.34	plantulas muertas	0.0757 *
11	0.19	0.21	0.39	plantulas muertas	0.10 *
12	0.19	0.2	0.24	plantulas muertas	0.03 *
13	0.12	0.19	0.42	plantulas muertas	0.15 *
14	0.21	0.21	0.46	plantulas muertas	0.13 *
15	0.17	0.22	0.32	plantulas muertas	0.08 *
16	0.17	0.23	0.32	plantulas muertas	0.08 *

En la variable peso seco aéreo, los mejores resultados se presentaron con los tratamientos 3 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 2 g de polímero)

con 0.19 g / mes, tratamiento 4 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.19 g / mes. El peor tratamiento lo presentó el 12 (riego limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.03 g / mes.

Los mejores resultados, se obtienen en los tratamientos con riego no limitado, consideramos que dichos resultados, están relacionados con la disponibilidad de la humedad que tienen las plántulas; permitiendo que el efecto del polímero aumente. Con respecto a los tratamientos con riego limitado, se tuvieron resultados regulares con dosis de 1 g y 2 g del polímero, en los restantes tratamientos se tienen variaciones en los resultados, las cuales no son significativas. Sin embargo después del tercer muestreo (del tratamiento 8 al tratamiento 16) las plántulas murieron, posiblemente a un mal manejo de las plántulas con respecto a la incorporación del polímero.

Cuadro 10. Peso seco de raíz y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de *P. cembroides* cultivadas en invernadero (n = 3 * y 4 **).

TRATAMIENTO	P.S.R.				Tasa de crecimiento promedio mensual g / mes
	1er. muestreo	2do. muestreo	3er. muestreo	4o. muestreo	
1	0.04	0.07	0.1	0.12	0.03 **
2	0.05	0.07	0.13	0.14	0.03 **
3	0.04	0.07	0.15	0.19	0.05 *
4	0.05	0.11	0.16	0.21	0.05 **
5	0.05	0.09	0.11	0.15	0.03 **
6	0.07	0.11	0.16	0.2	0.04 **
7	0.07	0.12	0.13	0.2	0.04 **
8	0.06	0.09	0.14	plántulas muertas	0.04 *
9	0.05	0.08	0.1	plántulas muertas	0.02 *
10	0.04	0.07	0.1	plántulas muertas	0.03 *
11	0.05	0.06	0.09	plántulas muertas	0.02 *
12	0.04	0.04	0.05	plántulas muertas	0.005 *
13	0.04	0.06	0.09	plántulas muertas	0.03 *
14	0.06	0.09	0.12	plántulas muertas	0.03 *
15	0.05	0.06	0.07	plántulas muertas	0.01 *
16	0.05	0.06	0.07	plántulas muertas	0.01 *

En la variable peso seco de la raíz, los mejores tratamientos se presentaron, con el 4 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.05 g / mes, el 3 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 2 g de polímero) con 0.05 g / mes. El peor tratamiento lo presentó el 12 (riego limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.005 g / mes.

Los mejores resultados en forma general se presentaron en los tratamientos con riego no limitado, consideramos que estos resultados se obtuvieron por la disponibilidad de la humedad en las plántulas; comparando los resultados obtenidos con riego no limitado contra los resultados de los tratamientos con riego limitado, observamos que los primeros presentan el doble del crecimiento radical en la plántula. Sin embargo después del tercer muestreo (del tratamiento 8 al tratamiento 16) las plántulas murieron, posiblemente a un mal manejo de las plántulas con respecto a la incorporación del polímero.

Cuadro 11. Peso seco total y tasa de crecimiento promedio mensual en plántulas de *P. cembroides* cultivadas en invernadero (n = 3 * y 4 **).

TRATAMIENTO	P. S. T.				Tasa de crecimiento promedio mensual g / mes
	1er. muestreo	2do. muestreo	3er. muestreo	4o. muestreo	
1	0.27	0.32	0.51	0.58	0.10 **
2	0.31	0.31	0.49	0.77	0.15 **
3	0.22	0.29	0.68	0.96	0.25 **
4	0.27	0.43	0.7	0.98	0.24 **
5	0.3	0.33	0.47	0.7	0.13 **
6	0.39	0.43	0.71	0.9	0.17 **
7	0.4	0.48	0.61	0.85	0.15 **
8	0.33	0.34	0.62	plantulas muertas	0.15 *
9	0.26	0.26	0.43	plantulas muertas	0.09 *
10	0.23	0.26	0.44	plantulas muertas	0.11 *
11	0.24	0.27	0.48	plantulas muertas	0.12 *
12	0.23	0.25	0.28	plantulas muertas	0.03 *
13	0.16	0.25	0.51	plantulas muertas	0.18 *
14	0.26	0.29	0.58	plantulas muertas	0.16 *
15	0.23	0.27	0.39	plantulas muertas	0.08 *
16	0.23	0.28	0.4	plantulas muertas	0.09 *

Con la variable peso seco total, el mejor tratamiento lo presenta el número 3 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 2 g de polímero) con 0.25 g / mes, y un segundo mejor tratamiento se presentó en el número 4 (riego no limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.024 g / mes. El peor tratamiento lo presento el 12 (riego limitado, peat moss 00 % - tierra lama 100 %, 3 g de polímero) con 0.3 g / mes.

Los mejores tratamientos se presentaron con la utilización del riego no limitado, donde también consideramos que el polímero presentó eficiencia en su utilización, el empleo de los polímeros en los tratamientos con riego limitado presenta una eficacia

regular, sin embargo después del tercer muestreo (del tratamiento 8 al tratamiento 16) las plántulas murieron, posiblemente a un mal manejo de las plántulas con respecto a la incorporación del polímero.

DISCUSIÓN GENERAL

Como se aprecia en el cuadro 6 la mejor altura fue para el tratamiento 6 (12.51 cm / mes) y la peor altura se obtuvo en el tratamiento 13 (8.47 cm / mes), sin embargo podemos observar en el cuadro 7 que los tratamientos 3 (2.44 cm / mes) y tratamiento 4 (2.44 cm / mes) presentan la mejor tasa de crecimiento promedio mensual en altura, y la peor tasa de crecimiento se presenta en el tratamiento 11 (0.58 cm / mes).

Con estos resultados se puede discutir que la utilización del polímero es eficiente, sin embargo es necesario utilizar el riego no limitado, el sustrato peat moss 50 % - tierra lama 50 % sería el más recomendable de utilizar de acuerdo con los resultados obtenidos en la tasa de crecimiento promedio en altura.

Con respecto a las restantes variables de estudio, y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tasa de crecimiento promedio el mejor tratamiento correspondió al número 6 y el peor tratamiento fue para el 12 ver cuadro 6, sin embargo para las tasas de crecimiento promedio mensual en diámetro el mejor tratamiento correspondió al 14 y el peor tratamiento fue el 9 ver cuadro 8, en lo que se refiere a la variable peso seco aéreo el mejor tratamiento en la tasa de crecimiento promedio mensual lo presentó el 3 y el peor tratamiento fue el 12 ver cuadro 9; La variable peso seco de raíz en la tasa de crecimiento promedio mensual el mejor tratamiento se presentó en el 4 y el peor tratamiento fue el 16 ver cuadro 10; Para la variable peso seco total en la tasa de crecimiento promedio mensual corresponde al 3 y el peor tratamiento fue para el 12 ver cuadro 11.

Con respecto a los tratamientos con riego limitado, que en el tercer muestreo se presentó una mortalidad de plántulas aproximada entre 30 y 50 %, variando conforme a los tratamientos, también se presentó una mayor incidencia en los tratamientos 15 y 16; en el cuarto muestreo se tuvo una mortalidad total de las plántulas, consideramos que la alta mortandad de las plántulas se debe a una posible mala utilización del polímero, al colocarlo en la parte media del cono-contenedor en el momento de llenar el mismo con el

sustrato; la expansión que presenta el polímero al absorber el agua en el cono-contenedor (el polímero se utilizó en seco o en gránulos y no en forma de gel), aunado a un sustrato con poca o escasa humedad propicio la separación del cepellón, presentando la plántula un posible estrés, también se observó plántulas fuera del cono-contenedor (sustrato). Consideramos que se debió realizar una mezcla del polímero (utilizando la dosis de trabajo) con una parte del sustrato y vaciar al cono-contenedor no sobrepasando las dos terceras partes del mismo, el espacio faltante se rellenaría con el sustrato correspondiente, en las repeticiones que presentaron fallas, no se hizo la reposición de las plántulas y no alterar las mediciones con respecto al crecimiento y edad de las mismas, se procuro en lo posible la uniformidad de las plantas.

Crespo (1991) en *P. greggii*, menciona de los incrementos obtenidos en altura (cm) al utilizar polímeros, fueron en promedio del 81 % superior al testigo y del incremento en diámetro (cm) fue entre 25 y 75 % superiores al testigo, concluyó que el polímero, reduce considerablemente el efecto de sequía en los arboles recién plantados, induciendo al crecimiento en forma notable. Aunque no se coincidió con este autor en los resultados de esta investigación, con respecto a los incrementos presentados en sus variables mencionadas, se coincide que la utilización del polímero en plantaciones forestales, favorece el porcentaje de vivencia de los arboles y que les ayuda a su establecimiento, tal vez una diferencia con respecto a Crespo (1991) sería la especie que se utilizaron en las respectivas investigaciones.

5. CONCLUSIONES

La absorción de agua en la semilla, el polimero no tuvo efecto significativo.

Para la velocidad de germinación el polimero no tuvo efecto, siendo más importante la humedad (Riego no limitado) y el tipo de sustrato (materia orgánica).

En porcentaje de germinación, la utilización de sustratos con porcentajes altos de materia orgánica (75-100 %) es significativa en germinación, el efecto eficiencia del polimero no es significativo, el efecto de este solo se presenta si el sustrato es bajo o nulo en materia orgánica.

El crecimiento y desarrollo, la utilización del polimero son eficiente sin embargo los mejores resultados se obtuvieron con el riego no limitado, respecto a la utilización de los sustratos con peat moss 50 % - tierra lama 50 % se presentan las mejores ganancias de altura

Del total de los tratamientos en que consistió este trabajo, se concluye que el tratamiento 16 obtuvo la mejor velocidad de germinación. En general los tratamientos que tuvieron riego no limitado fueron los mejores y esto se puede explicar a la disposición de humedad sin necesidad del efecto del polimero. También es necesario mencionar la importancia de la materia orgánica (peat moss) en los sustratos, ya que los tratamientos con porcentajes de 100 % presentaron la mejor velocidad de germinación.

Los resultados obtenidos no son definitivos, tal vez el efecto del polimero no se presento en la absorción de agua y en la germinación, posiblemente sea de utilidad en otras especies.

6. RECOMENDACIONES

Se considera de importancia para la velocidad de germinación, que el tipo de sustrato presente niveles altos de materia orgánica, tener disponibilidad de agua (de preferencia utilizar dos riegos por semana, la cantidad del riego dependerá del volumen del contenedor) y como una alternativa no necesaria el polímero, el cual solo a niveles bajos o escasos de materia orgánica puede ser de utilidad.

Es de importancia la regeneración artificial, ya que con la misma se apoya a la regeneración natural, esta última tiene un gran problema para su establecimiento esta afirmación se basa en los siguientes factores: la dificultad de dispersión de la semilla, la cual no es uniforme y puede caer en sitios poblados o medianamente poblados o bien en sitios totalmente desprovistos de vegetación o de árboles, si lograra llegar a condiciones favorables para su germinación, se presentaría la competencia entre la misma especie y de otras especies que le rodean por nutrientes, luz, agua, etc. posiblemente la plántula crecerá para desaparecer más tarde, por este efecto de competencia la vegetación existe. La repoblación natural se desarrolla en mayor tiempo y puede ser más insegura, por esto es recomendable la repoblación artificial siempre y cuando se realice en forma adecuada y proporcionando una continuidad en su mantenimiento.

7. LITERATURA CITADA

- Ávila N., J.A. 1985. Caracterización de los piñonares (*Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus discolor* Bailey y Hawks) de las serranías meridionales del Estado de San Luis Potosí, México. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 130 p.
- Beltran, E. 1973. Uso múltiple del bosque. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. 28 p.
- Benavides M., H. 1987. Conductancia y resistencia estomática en dos especies de piñoneros (*Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus discolor* Bailey y Hawks). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 219 p.
- Castillo A., A., M.M. Ojeda. 1994. Principios de estadística no paramétrica. Universidad Veracruzana. pp: 37-52.
- Cetina A., V. 1984. Estudios sobre germinación de *Pinus cembroides* Zucc. en condiciones naturales. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 126 p.
- Cetina A., V.M., E. García M., I.M. Reyes. 1988. Aspectos de la regeneración de un bosque de *P. cembroides* Zucc. en la región de la Amapola, S.L.P., Agrociencia 72: 219-229.
- Colbry, V.L., T.F. Swofford, y R.P. Moore. 1984. Pruebas de germinación en el laboratorio. pp. 771-786. En: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1984. Semillas. CECSA. México.

- Crespo, M.R. 1991. Posibilidades del uso de polímeros sintéticos como conservadores de la humedad del suelo en reforestaciones con *Pinus halepensis*. Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo. México. 30 p.
- Chavez O.P., Vera. C.G. y Rodríguez, F.C. 1989. Técnicas de producción de *Pinus cembroides* Zucc en vivero. En 3er. Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. pp 35-38.
- Daniel, T.W., J.A. Helms, F.S. Baker. 1983. Principios de silvicultura. Mc. Graw-Hill, México. pp 361 - 406.
- Égúiluz P., T. 1985. Descripción Botánica de los Pinos Mexicanos. IX Congreso Forestal Mundial. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Everitt, B.S. 1977. The analysis of contingency tables. Chapman and Hall. Londres
- González G., J.A. 1990. Evaluación de la regeneración de *Pinus cembroides* Zucc. en la amapola, S.L.P. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 79 p.
- Hartman, H.T. y D.E. Kester. 1988. Propagación de plantas. CECSA. México. pp. 760.
- Hawley, R.C. y D.M. Smith. 1972. Silvicultura práctica. Traducción al español de J. Terradas. Ediciones Omega, Barcelona, España. 544 p.
- Hernández, R.A. 1985. Análisis estructural de los piñoneros del Altiplano Potosino. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México. 155 p.

- Herrero B., M.A. 1980. Películas de polietileno y cloruro de polivinilo aplicado a la agricultura. Tesis profesional. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 50 p.
- Hocker, H.W. Jr. 1984. Introducción a la biología forestal. A.G.T. Editor. México.
- INEGI. 1994. Estadísticas del Medio Ambiente, México. pp 40-42.
- Jasso P., J y O. Plascencia E. 1992. Poli(acrilamida In: Curso Nutrición II. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 21 p.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. edición. Botas. México. 361 p.
- Miranda F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México. 28: 29-178.
- Nepamuceno M., F. Y R. Reyes C. 1987. Caracterización radiográfica en la morfología y germinación de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus johannis* M.F. Robert. In: Memorias del 11 Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centro de Genética Forestal, Universidad Autónoma Chapingo. México. 48-50 pp.
- Niembro R., A. 1986. Mecanismos de reproducción sexual en pinos. Limusa. México. 130 p.
- Niembro R., A. y A.M., Fierro. G. 1988. Factores ambientales que controlan la germinación de la semilla. En: Curso Establecimiento y Manejo de Plantaciones forestales Comerciales. 30 de mayo al 5 de junio. Centro de Genética forestal. Chapingo. México. pp 116-134.
- Niembro R., A. 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Limusa. México. pp 142-143.

- Pritchett, W.L. 1986. Suelos forestales. Limusa. México. 634 p.
- Ramírez, J.A. 1992. Guía para la selección, recolección y manejo de semillas de pino piñonero con fines de reforestación. Folleto técnico 3. SARH-INIFAP, San Luis Potosí, México.
- Rebolledo, V.A. 1982. Estudio preliminar sobre la ecología de los piñonares en el Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 112 p.
- Reyes C., P. 1985. Diseño de experimentos aplicados. Trillas. México. pp 109-116.
- Rojas G., M. y M. Róbalo. 1984. Fisiología vegetal aplicada. Mc. Graw-Hill. México. 302 p.
- Romero M., A., E. García M., y M.F. Passini, 1996. *Pinus cembroides* s.l. y *Pinus johannis* del Altiplano Mexicano: una síntesis. Acta bot. Gallica. 143 (7) 681-693.
- Romero M., A. 1982. Estudio de tres leguminosas forrajeras arbustivas de los agostaderos del Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 254 p.
- Rzedowski, J. 1961. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Tesis Doctoral. UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Limusa. México. 283-302.
- Sánchez A., S. Y V.M. Cetina 1989. Germinación y crecimiento de *Pinus discolor* Bailey y *Hawksworth* bajo diferentes intensidades de luz. In: Memorias del 111

Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Saltillo, Coahuila, México. 48-50 pp.

Secretaría de Educación Pública. 1986. Manuales para Educación Agropecuaria. Producción forestal. Trillas. México. 134 p.

Siegel, S., N.J. Castelan. 1995. Estadística no paramétrica. Aplicada a las Ciencias de la conducta. Trillas. México. pp: 223-233.

Spurr. S.H. y B.V. Barnes. 1982 Ecología forestal, A.G.T. Editores. México.

Vásquez T., G.A.M. 1997. Ecología y formación ambiental. Mc. Graw-Hill. México. pp 97-117.

Vera C., Gil. 1988. Situación actual de las plantaciones forestales en México. En : Establecimiento y manejo de plantaciones forestales y comerciales. Centro de Genética Forestal A.C. Chapingo, México. pp : 1-6

Zobel, B. y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. Pp: 193-259.

ANEXO 1 Ganancia peso (g) de semillas de *Pinus cembroides* Zucc.

SEMILLA CON				SEMILLA SIN			
POLIMERO	PESO INICIAL	PESO FINAL	DIFERENCIA	POLIMERO	PESO INICIAL	PESO FINAL	DIFERENCIA
1	48.6	57.3	8.7	1	39.5	51	11.5
2	47.1	54.7	7.6	2	43.45	45.1	1.65
3	41.05	47.5	6.45	3	46.5	48.7	2.2
4	45.05	52.2	7.15	4	40.45	47	6.55
5	43.3	50.5	7.2	5	42.1	54.3	12.2
6	45	54.2	9.2	6	40.65	47.6	6.95
7	41.55	48.7	7.15	7	42.25	49	6.75
8	40.45	45.2	4.75	8	41.25	47.6	6.35
9	45.35	54.3	8.95	9	45.6	53	7.4
10	48.7	57	8.3	10	39.6	45	5.4
11	50.15	60	9.85	11	40	46.2	6.2
12	43.1	50.2	7.1	12	52	59.4	7.4
13	42.15	48.3	6.15	13	42.2	48.8	6.6
14	44.2	52	7.8	14	47.25	56.6	9.35
15	49	58.3	9.3	15	45.32	53.5	8.18
16	49.45	59	9.55	16	43.25	50.35	7.1
17	41.35	49.7	8.35	17	42.5	50	7.5
18	42.25	46.7	4.45	18	41.34	47.4	6.06
19	41.3	48.3	7	19	41.35	48.65	7.3
20	44	50.5	6.5	20	41	47.45	6.45
21	43.3	53.4	10.1	21	42.4	48.35	5.95
22	43.75	50.5	6.75	22	51	53.45	2.45
23	42	49.2	7.2	23	47	55.2	8.2
24	42.35	49.4	7.05	24	40.35	46.6	6.25
25	51.1	62.3	11.2	25	47.52	53	5.48
26	46.1	54	7.9	26	33	48	15
27	43.5	50	6.5	27	43.35	47.35	4
28	48.05	56.2	8.15	28	42	48.7	6.7
29	39.25	45.5	6.25	29	42.65	47.4	4.75
30	42.2	49.2	7	30	40.65	50	9.35
31	41.7	46.4	4.7	31	42.55	50	7.45
32	41.3	50	8.7	32	42.6	50.6	8
33	47.05	48.3	1.25	33	41.75	47.2	6.45
34	42.1	57.4	15.3	34	44	48.3	4.3
35	39.4	50.5	11.1	35	44.15	49.5	5.35
36	41.5	49	7.5	36	45.5	45	-0.5
37	43.7	52.4	8.7	37	39.1	47.45	8.35
38	46.3	54.4	8.1	38	40.1	47.5	7.4
39	44.25	47	2.75	39	41.15	46.6	5.45
40	40.5	52.2	11.7	40	41.1	54.7	13.6
41	43	44.5	1.5	41	43	47.5	4.5
42	39.15	44.4	5.25	42	44.75	49	4.25
43	38.4	48	9.6	43	40.65	51	10.35
44	42	51.5	9.5	44	44.1	44.3	0.2
45	44.25	51.3	7.05	45	41.7	51	9.3
46	42.1	50	7.9	46	39.65	48.3	8.65
47	41	47.2	6.2	47	43.4	48.6	5.2
48	40	47.4	7.4	48	41.5	45.4	3.9
49	40.15	45.1	4.95	49	43.25	52.7	9.45
50	41.05	47	5.95	50	45.8	55	9.2

ANEXO 2 Porcentaje de semillas germinadas cada tercer día.

	160298	190298	230298	260298	20398	50398	90398	130398
Peat moss 100 R.L.								
Con polimero 63 pl.	0	3	9	10	12	6	10	13
Sin polimero 67 pl.	0	2	17	18	9	6	2	13
Peat moss 100 R.N.L.								
Con polimero 81 pl.	1	5	16	18	24	7	4	6
Sin polimero 77 pl.	1	5	25	22	13	4	2	5
P.M. 75- T.L. 25 R.L.								
Con polimero 68 pl.	0	0	5	11	10	13	9	20
Sin polimero 53 pl.	0	1	4	5	4	6	14	19
P.M. 75- T.L. 25 R.L.N.								
Con polimero 67 pl.	0	1	13	11	14	9	6	13
Sin polimero 70 pl.	0	4	7	15	10	11	12	11
P.M. 50- T.L. 50 R.L.								
Con polimero 57 pl.	0	1	11	4	6	4	13	18
Sin polimero 48 pl.	0	0	4	2	2	4	9	27
P.M. 50- T.L. 50 R.N.L.								
Con polimero 68 pl.	0	0	0	7	18	15	10	18
Sin polimero 45 pl.	0	0	3	10	13	6	3	10
P.M. 25- T.L. 75 R.L.								
Con polimero 46 pl.	0	0	2	1	8	10	7	18
Sin polimero 31 pl.	0	0	0	3	4	4	8	12
P.M. 25- T.L. 75 R.N.L.								
Con polimero 64 pl.	0	0	2	8	17	9	8	20
Sin polimero 45 pl.	0	0	0	1	9	9	12	14

	160298	190298	230298	260298	20398	50398	90398	130398
Tierra lama 100 R.L.								
Con polimero 26 pl.	0	0	0	0	2	2	8	14
Sin polimero 10 pl.	0	0	0	0	0	1	1	8
Tierra lama 100 R.N.L.								
Con polimero 43 pl.	0	0	0	2	8	6	6	21
Sin polimero 21 pl.	0	0	0	0	2	1	3	15
P.M. = PEAT MOSS								
T.L. = TIERRA LAMA								

ANEXO 3. Porcentaje de germinación acumulativa cada tercer día por tratamiento.

		Germinación 160298	190298	230298	260298	20398	50398	90398	130398	
PEAT MOSS 100 %		Porcentaje								
Polimero	riego limitado.	63	0	3	12	22	34	40	50	63
Polimero	riego no limitado.	81	1	6	22	40	64	71	75	81
Sin Polimero	riego limitado.	67	0	2	19	37	46	52	54	67
Sin Polimero	riego no limitado.	77	1	6	31	53	66	70	72	77
P.M. 75% - T.L. 25 %										
Polimero	riego limitado.	68	0	0	5	16	26	39	48	68
Polimero	riego no limitado.	67	0	1	14	25	39	48	54	67
Sin Polimero	riego limitado.	53	0	1	5	10	14	20	34	53
Sin Polimero	riego no limitado.	70	0	4	11	26	36	47	59	70

		Germinación								
		160298	190298	230298	260298	20398	50398	90398	130398	
P.M. 50% - T.L. 50 %	Porcentaje									
Polímero limitado.	riego	57	0	1	12	16	22	26	39	57
Polímero limitado.	riego no	68	0	0	0	7	25	40	50	68
Sin Polímero limitado.	riego	48	0	0	4	6	8	12	21	48
Sin Polímero limitado.	riego no	45	0	0	3	13	26	32	35	45
P.M. 25% - T.L. 75 %										
Polímero limitado.	riego	46	0	0	2	3	11	21	28	46
Polímero limitado.	riego no	64	0	0	2	10	27	36	44	64
Sin Polímero limitado.	riego	31	0	0	0	3	7	11	19	31
Sin Polímero limitado.	riego no	45	0	0	0	1	10	19	31	45
TIERRA LAMA 100 %										
Polímero limitado.	riego	26	0	0	0	0	2	4	12	26
Polímero limitado.	riego no	43	0	0	0	2	10	16	22	43
Sin Polímero limitado.	riego	10	0	0	0	0	0	1	2	10
Sin Polímero limitado.	riego no	21	0	0	0	0	2	3	6	21

ANEXO 4 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

Polímero riego no limitado.

	Germinación	Sin germinación
PEAT MOSS 100 %	81	19
P.M. 75 % - T.L. 25 %	67	33
P.M. 50 % - T.L. 50 %	68	32
P.M. 25 % - T.L. 75 %	64	36
TIERRA LAMA 100 %	43 *	57 *

Polímero riego limitado.

PEAT MOSS 100 %	63	37
P.M. 75 % - T.L. 25 %	68	32
P.M. 50 % - T.L. 50 %	57	43
P.M. 25 % - T.L. 75 %	46	54
TIERRA LAMA 100 %	26 *	74 *

Sin polímero riego no limitado.

PEAT MOSS 100 %	77	19
P.M. 75 % - T.L. 25 %	70	33
P.M. 50 % - T.L. 50 %	45 *	32 *
P.M. 25 % - T.L. 75 %	45 *	36 *
TIERRA LAMA 100 %	21 *	79 *

Sin polímero riego limitado.

PEAT MOSS 100 %	67	33
P.M. 75 % - T.L. 25 %	53	47
P.M. 50 % - T.L. 50 %	48	52
P.M. 25 % - T.L. 75 %	31	69
TIERRA LAMA 100 %	10 *	90 *

Donde: * = $P < 0.01$

