

70
29

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"CUAUTITLAN" N. A. M.

Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlan



Departamento de
Ciencias Agrícolas

EFECTO DE REMOJO Y DENSIDAD DE SIEMBRA
EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE Pinus
montezumae Lamb.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
PATRICIO RODOLFO VILCHIS NORIEGA

Director de Tesis: Q.B. Lilian Morfin Loyden
I.A. Francisco Camacho Morfin

Cuautitlán Izoalli, Edo. de Méx. 1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pag.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVOS	6
ANTECEDENTES	7
I Clasificación taxonomica	7
1.1 Ubicación del <u>Pinus montezumae</u> de acuerdo con Eguiluz, (1978).	9
1.2 Especies de pinos mexicanos de acuerdo a la clasificación de Little y Critchfield (1969) y modificada por Eguiluz (1978).	10
1.2.1 <u>Pinus montezumae</u> Lamb.	10
1.2.1.1 Nombres comunes.	10
1.2.1.2 Taxonomía.	10
1.2.1.3 Descripción botánica de <u>P. montezumae</u> Lamb.	10
1.2.1.4 Anatomía de la madera.	13
1.2.1.5 Descripción macroscópica	13
1.2.1.6 Descripción microscópica traqueidas.	13
1.2.1.7 Composición de la trementina.	14
1.2.1.8 Distribución.	14
1.2.1.9 Ecología.	16
1.2.1.10 Clima.	17
1.2.1.11 Importancia	17
II Vivero	18
2.1 Semillero	19
2.1.1 Portacajas	19
2.1.2 Cajas semilleras	19
2.1.3 Preparación de la caja semillera	20
2.2 Envasado	21
2.2.1 Siembra	21
2.3 Trasplante.	25
III Aspectos que afectan la producción de plantas en almá- cigo u semillero.	26
3.1 Tipos de propagación.	26
3.1.1 Propagación asexual.	26
3.1.2 Propagación sexual.	26

3.2	Epoca de siembra	27
3.3	Origen de la semilla	28
3.4	Luminosidad	30
3.5	Densidad de siembra	30
3.6	Aspectos sobre la propagación y reproducción de <u>P. montezumae</u> .	32
IV	Dormición o latencia	35
4.1	Dormición física	38
4.2	Dormición química	39
4.3	Dormición mecánica	39
4.4	Dormición morfológica	39
4.5	Dormición fisiológica	40
4.6	Dormición o latencia en el género <u>Pinus</u>	40
	MATERIALES Y METODOS	44
	RESULTADOS	54
	DISCUSION	63
	CONCLUSIONES	69
	BIBLIOGRAFIA	70
	ANEXO	74

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	1. Cantidad de semilla requerida	45
Cuadro	2. Coeficientes de correlación de rango de Sperman (rs) entre índices germinativos en <u>Pinus montezumae</u> Lamb.	55
Cuadro	3. Niveles de significancia de correlación de rango de Sperman entre índices germinativos en <u>Pinus montezumae</u> Lamb.	55
Cuadro	4. Análisis de varianza para MM.	56
Cuadro	5. Pruebas de medias para máxima media diaria.	58
Cuadro	6. Ecuaciones de regresión de máxima media diaria (MM) con porcentaje de germinación, D95, DM y OC.	59
Cuadro	7. Análisis de varianza obtenido de los índices de eficiencia calculados.	60
Cuadro	8. Pruebas de medias para índices de eficiencia.	61
Figura	1. Manera como se efectuaron los eventos de remojo, secado y siembra.	46

INDICE DE GRAFICAS Y ANEXO

Grafica	1. Lineas de tendencia, tres tratamientos frente a seis densidades de siembra con valores de máxima media diaria.	57
Grafica	2. Efecto del remojo y la densidad de siembra sobre la emergencia en semillas de <u>Pinus montezumae</u> Lamb.	62
Anexo		74
Tratamientos pre-germinativos		74
1)	Estratificación fría.	75
2)	Imbibición en agua caliente.	78
3)	Tratamiento con productos químicos.	79
4)	Tratamiento mecánico con abrasivos escarificación.	80
5)	Tratamiento por radiación.	80
6)	Imbibición en agua fría.	81

RESUMEN

Se evaluó el efecto de remojo y de la densidad de siembra en la germinación en semillas de Pinus montezumae Lamb; en sus semillas ésta especie no presentó marcada dormición por tener un buen porcentaje de germinación en pruebas de laboratorio.

El porcentaje de germinación de laboratorio disminuyó en suelo no tanto por los inibidores que la semilla pueda tener, sino por la mala practica cultural de usar cantidades excesivas de semillas en la siembra, ocasionando probablemente competencia entre semillas por agua, aire, sustrato y aún del espacio mínimo para germinar. Se consideró que una densidad de siembra del 100 % se tenía el suelo completamente cubierto por una capa continua de semillas, sembrar la densidad de siembra al 100 % en semillero redujo la germinación respecto a lo que se obtuvo sembrando el 5 %.

El remojo incrementó la germinación para distintas densidades, el aplicar remojos sin secar presentó resultados superiores que el remojo con posterior secado. Este tratamiento independientemente de la densidad siempre mejoró la germinación, la mejor densidad de siembra para semillero fue del 61 al 62 %, sin presentar un exagerado desperdicio tanto de semilla como de semillero.

Para analizar los resultados se utilizó un método consistente en hacer las pruebas de medias con base en un valor germinativo, y establecer el valor práctico de las diferencias obtenidas, mediante ecuaciones que estiman el porcentaje y tiempo a la germinación.

INTRODUCCION

La necesidad del desarrollo forestal se basa en la creciente demanda de productos forestales y en la urgencia de prevenir las consecuencias de la deforestación masiva. La erosión del suelo, la escasez de agua, los derrumbes de tierra y las inundaciones son consecuencia de la tala inmoderada del bosque.

Se estima que en América Latina la destrucción anual de los bosques excede a los siete millones de hectáreas. Las principales causas son; la quema no controlada y la deforestación, para obtener terrenos agrícolas con el fin de incrementar la producción de alimentos.

No cabe duda que la expansión demografica y las condiciones nutritivas de gran parte de la población, requieren un aumento en la producción alimenticia. Sin embargo, es preciso identificar cuáles terrenos tienen capacidad para mantener una agricultura sostenida y de qué manera se debe aumentar la producción en las áreas que tienen esta capacidad.

Frecuentemente, los bosques crecen sobre capas de suelo de poca profundidad. La fertilidad del suelo se mantiene sólo gracias a una recirculación rápida de nutrientes. Con la tala de estos bosques, se rompe este sistema y se pierden la materia orgánica y los minerales.

Por consecuencia, extensas áreas han sido abandonadas despues de cultivarse por algunos años. Estos suelos, bajo régimen forestal sostenido, podrían haber producido valiosos productos forestales, además de proporcionar otros servicios.

Las funciones del bosque son múltiples. El bosque no sólo produce madera y un sinnúmero de productos derivados tales como papel, cartulina, laca, trementina, leña, carbón, y tanina, sino también servicios indirectos. La regulación de afluentes, la prevención de la erosión y la protección contra el viento, son ejemplos de estos servicios indirectos.

Las pináceas tienen en la flora mexicana enorme importancia desde el punto de vista forestal.

Una gran mayoría vive en los lugares montañosos, templados y fríos, y solamente unas cuantas especies se observan en niveles subtropicales y aún tropicales.

El hecho de que a México se le haya considerado uno de los seis centros mundiales de origen de las plantas cultivadas (Vavilov, 1926; citado por Caballero, 1967) indica el amplio rango de diversidad presente en la flora mexicana. Los pinares representan un magnífico ejemplo de esta diversidad, como se ilustra por la gran cantidad de especies descritas por varios taxónomos. Aunque a la fecha existe controversia respecto al número exacto de especies de pino, es obvio que hay considerable variación e hibridación en cada uno de los diferentes complejos taxonómicos.

Los bosques de coníferas en México constituyen el pilar más fuerte de la actividad forestal, particularmente el género Pinus, representado con más del 60 % de sus especies maderablemente comerciales conforma poco más del 80 % de la producción forestal del país. En México, los pinares se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo de las cadenas montañosas, especialmente en las Sierras Madre Occidental, del Sur, Oriental, Eje Neovolcánico y en las montañas de Chiapas.

Se encuentran entre límites muy amplios, desde los 300 msnm, los pinares de las Islas de Baja California Norte y 600 msnm, los pinares subtropicales en el Este del País, hasta los 4 000 msnm; los pinares de mayor altitud encontrados en los Cerros y Picos más altos del Eje Neo-volcanico, la Sierra Madre Oriental y las Montañas de Chiapas.

El género Pinus presenta mucha variación, existiendo especies y ecotipos casi para cada condición ecológica del país. Actualmente se conocen en México alrededor de 79 taxas de pino, conformando poco más del 40 % de especies reconocidas a la fecha en todo el mundo (Eguiluz, 1978).

La rapacidad y destrucción de los bosques no es un problema reciente en México, ya que el hombre primitivo habitó en ellos desde hace miles de años. Sin embargo, algunas tribus comprendieron los beneficios que les prestaba el bosque y capitalizaron su aprovechamiento. Por ejemplo, las tribus totonacas consideraron sagradas algunas especies forestales y el Rey de Texcoco, Nezahualcōyotl, se distinguió por ser un conservador y protector del recurso forestal, siendo él a quien se atribuye la primera plantación de coníferas (ahuehuetes), establecida hace 500 años en el semi-extinto Parque Nacional El Contador. Con la llegada de los colonizadores españoles, hace aproximadamente 455 años, se desató la rapacidad masiva de los bosques, debido principalmente a las explotaciones mineras y apertura de terrenos forestales al cultivo agrícola y ganadero. Pero la máxima destrucción del recurso forestal se ha llevado a cabo durante la segunda mitad de lo que va del siglo, reduciendo cada vez más las áreas boscosas (Eguiluz, 1984).

Todos los factores económicos, políticos, sociales y técnicos deben ser analizados en conjunto y sorteados con fundamentos sólidos, si es que deseamos mantener bosques como los de antaño para futuras generaciones.

En la actualidad México necesita de más áreas forestales debido a que la demanda de madera, papel y otros derivados se incrementa conforme aumenta la población, y en consecuencia, para lograrlo es necesario reforestar áreas carentes de árboles formándose así nuevos bosques.

En la Sierra Volcánica, una de las especies maderables de mayor importancia es el Pinus montezumae, para cuyo beneficio económico se le usa en Triplay, Celulosa, Papel, Cajas de empaque, Puntales para minas, Durmientes, Postes para cableados, Ebanistería, Muebles, Duelas y en la Industria constructora. Es una especie resinera importante y en algunas zonas se explota bastante. Se ha usado en reforestación para recuperar suelos degradados y ha dado buenos resultados. (Eguliz, 1978). Se recomienda para plantaciones comerciales y como ornamental, en campos abiertos.

Se han realizado algunas investigaciones sobre tratamientos para estimular la germinación de semillas de Pinus montezumae, no obstante que es bien sabido que puede germinar rápidamente; lo anterior puede ser resultado de que se esté efectuando alguna práctica que produzca inhibición en las semillas y ésta sea la causa de dicho tipo de trabajos.

En el presente trabajo los aspectos relacionados con la descripción de los tratamientos pre-germinativos, se presentan en el anexo I.

OBJETIVOS

- I Determinar el efecto de las altas densidades de siembra sobre el proceso germinativo de semillas de Pinus montezumae Lamb.
- II Analizar hasta que punto el remojo influye en la germinación de estas semillas.
- III Determinar si el secado elimina o contrarresta los efectos que el remojo produce en semillas.

ANTECEDENTES

Clasificación Taxonomica

La familia de las Pinaceas comprende en México ocho generos, que mencionados por orden sistematico son:

- A. Pinus, con 38 especies, 10 variedades y 16 formas.
- B. Picea, con dos especies.
- C. Pseudotsuga, con cuatro especies y una variedad.
- D. Abies, con ocho especies y cinco variedades.
- E. Taxodium, con una especie.
- F. Libocedrus, con una especie.
- G. Cupressus, con seis especies y dos formas.
- H. Juniperus, con 12 especies, seis variedades y tres formas.

(Martínez, 1963).

La familia Pinaceae, se divide en tres sub-familias:

Abietinae, Taxodinae y Cupresinae, elevadas a la categoría de familias en muchas obras nuevas. En México ésta familia tiene cinco generos distribuidos así:

Abietinae	<u>Pinus</u>
	— <u>Abies</u>
	<u>Cupressus</u>
Cupresinae	— <u>Juniperus</u>
	<u>Taxodium</u>
Taxodinae	— <u>Taxodium</u>

(Sánchez, 1980).

Si consideramos que el género Pinus arribó a México por el hemisferio norte, sin duda muchas especies fueron perdidas a lo largo de la ruta, lo cual oscurece las relaciones filiosistemáticas entre los 79 taxas mexicanos descritas hasta ahora, además de que muchas especies y ecotipos mal adaptados, así como razas endémicas, fueron eliminados por eventos catastróficos (Eguiluz, 1985).

En su estudio, Eguiluz (1985) relacionó un grupo de 10 especies típicas quedando como sigue:

Género Pinus

Subgénero 2. Strobus Lemm.

Sección 2. Strobus

Subsección 3. Strobi Loud (P. ayacahuite)

Sección 3. Parrya Mayr.

Subsección 4. Cembroides Engelm (P. cembroides, P. maximartinezii).

Subsección 6. Balfourinae Engelm (P. rzedowskii).

Subgénero 3. Pinus

Sección 4. Pinea Endl.

Subsección 7. Leiophyllae Loud (P. leiophylla).

Sección 5. Pinus

Subsección 12. Ponderosae Loud. (P. engelmannii, P. montezumae, P. teocote).

Subsección 13. Sabinianae Loud (P. coulteri).

Subsección 15. Oocarpa Lit y Crich (P. oocarpa).

Probablemente el género Pinus perdió su centro original de diversificación, el cual ha sido reemplazado por varios centros secundarios de variación y dispersión. Los actuales centros de especiación se caracterizan por poseer una gran variación intragenérica, por la estrecha relación filogenética interespecífica y por la dominancia y densidad de las especies siendo agresivas e invasoras de nuevos nichos.

Se arguye que los grandes avances de la evolución se logran cuando un grupo de poblaciones que poseen un alto grado de variabilidad se localizan en hábitats diversos. Tales condiciones han existido en los pinares mexicanos y centroamericanos desde que las grandes sierras se formaron. La flora de México es extremadamente rica en especies, sumando entre las descritas más de 20 000 especies. Este número sobrepasa la flora de la Unión Soviética e iguala a las de Estados Unidos de América y Canadá juntas. Dentro del género Pinus se ha descrito en México 79 taxas, casi la mitad de las especies reconocidas en el mundo entero, (Eguiluz, 1985).

1.1 Clasificación del P. montezumae de acuerdo con Eguiluz, (1974).

SUBGENERO	SUB SECCION	GRUPO	SUB GRUPO	ESPECIE	VARIEDAD	FORMA
b	III	I				
Diplazyon	Pinaster	1				
		montezumae				
			1			
			Michua-	<u>P. michuacana</u>		
			cana.	<u>P. michuacana</u>		Tunida
				<u>P. michuacana</u>		Prucera
				<u>P. michuacana</u>	Cornata	
				<u>P. michuacana</u>	Cornata	Nayaritana
				<u>P. michuacana</u>	Q.uevada	
			2			
			Monte-	<u>P. montezumae</u>		
			sumae	<u>P. montezumae</u>		Macrocarpa
				<u>P. montezumae</u>	Lindleyi	
			3			
			Rudis	<u>P. rudis</u>		
				<u>P. hartwegii</u>		
				<u>P. cuperi</u>		
				<u>P. cuperi</u>		Arnoldii

1.2 Especies de pinos mexicanos de acuerdo con la clasificación de Little y Critenfield (1969) y modificada por Eguiluz (1978).

A. Sección Pinus

B. Subsección Ponderosae Laud.

Pinus montezumae lamb.

Pinus montezumae forma macrocarpa

Pinus montezumae variedad Lindleyi

De ésta última clasificación (1.2) la descripción es la siguiente:

1.2.1 Pinus montezumae lamb.

1.2.1.1 Nombres comunes.

Cnalmate blanco (Ver.), juncia, ocote (Chis; Méx.), ocote blanco (Oax., Pue.), pino (Chis., Pue.), pino blanco (Qro.), pino de moctezuma (Méx., Oax.), pino corriente, pino gordo y pino de vara gruesa (Méx.), ocote escobetón (Gro.), ocochamate, ocote toma agua (Pue.), yutnusatna (Oax.), pino de hoja lacia (D.F.), ocote macho, ocotl, ocote, pino real, ocote nembra. (Eguiluz, 1978).

1.2.1.2. Taxonomía.

Esta especie pertenece al Grupo Montezumae y a la sección del mismo nombre. Presenta parecido con los grupos; Ponderosa, Pseudostrobus, Michoacana y Rudis. Es una de las especies de mayor variabilidad, o sea que ha complicado su mejor ubicación taxonómica; sin embargo, en 1832 Aylmer Bourke Lambert, citado por Eguiluz (1978), lo clasificó como Pinus montezumae, nombre que ha conservado hasta nuestros días, con pequeñas modificaciones en algunos tipos. Considerando que el otro

factor que ha complicado su clasificación, fue la infinidad de veces que se describió con diferentes nombres, coincidiendo inclusive hasta cuatro descripciones en un mismo año. Shaw citado por Eguiluz (1978) le adjudicó tres variedades; lindleyi, rudis y hartwegii, pero Martínez (1903), suprimió las dos últimas y agregó la forma macrocarpa. Luego entonces, dentro de su complejidad se le reconocen los sinónimos siguientes:

1817. Pinus occidentalis H. B. & K.

1832. Pinus montezumae Lambart.

1839. Pinus devoniana Lindleyi

1839. Pinus russdiana Lindleyi.

1839. Pinus macrophylla Lindleyi.

1840 Pinus filifolia Lindleyi

1847. Pinus grenvillae Gordon.

1847. Pinus gordoniana Hartwegii.

1847. Pinus rudis Endlicher.

1847. Pinus ehrenbergii Endlicher.

1858. Pinus lindleyana Gordon.

1891. Pinus donell-smithii Masters.

1.2.1.3 Descripción botánica de Pinus montezumae Lamb.

Fuste. Arbol de 20 a 35 m, de alto a veces más, diámetro de 30 a 70 cm, a veces hasta un metro; corteza moreno rojiza, áspera y agrietada desde que el árbol es joven; ramas gruesas extendidas, copa irregularmente redondeada; ramillas morenas y muy ásperas, con las bases de las brácteas persistentes, abultadas, cortas, descamables y muy aproximadas. Presentan amacoyamiento los primeros 3 años, pero adulto a veces llega a tener

hasta 20 m, de fuste limpio de ramas, agregando que tiene excelente poda natural.

Hojas. En grupos de cinco, rara vez cuatro; anchamente triangulares, de color verde oscuro, de 14 a 21 cm, de largo pero puede aumentar; son medianamente gruesas y fuertes, extendidas y colgantes flexibles, con los bordes claramente aserrados y con estomas en las tres caras. Los canales resiníferos varían de 2 a 6 normalmente 4 ó 5, medios, rara vez con 1 ó 2 internos.

Conos. Largamente ovoides, ovoide cónicos u oblongo cónicos; levemente asimétricos y algo encorvados; de 8.5 a 15 cm de largo, caedizos, color moreno, levemente lustrosos, colocados en pares o en grupos de tres, extendidos o ligeramente colgantes, casi sésiles o sobre pedúnculos de 10 a 15 mm; normalmente queda el pedúnculo en la ramilla al caer los conos. Escamas gruesas, duras y fuertes, de 25 a 35 mm, de largo por 13 a 17 de ancho, ápice anguloso, apófisis levantada, a veces poco reflejada, subpiramidal, cúspide poco saliente, a veces hundida, con espina corta y pronto caediza.

Semillas. Vagamente triangulares; color oscuro, casi negro, de unos 6 a 7 mm, de largo, ala café de aproximadamente 20 mm, de largo por 7 de ancho. Normalmente los conos abren de Diciembre a Enero, agrupados llegan a 4 568 como promedio por m³, la semilla tiene un número promedio de 45 772 por Kg, y florea de Febrero a Abril.

1.2.1.4 Anatomía de la madera.

Las muestras consideradas para el estudio fueron colectadas en el Mpio. de Temascaltepec, Méx., a una altura de 1 000 msnm. (Eguiluz, 1978).

1.2.1.5 Descripción macroscópica.

Madera de color blanquecino y amarillento; olor resinoso, semidura, textura fina, pesada y con zona de transición entre madera temprana y tardía abrupta; las bandas de madera de verano de color café pálido. Los canales resiníferos numerosos, visibles a simple vista en la sección transversal y distribuidos uniformemente en la parte exterior del anillo de crecimiento. Con densidad de 0.74 kg/m^3 .

1.2.1.6 Descripción microscópica traqueidas.

Con diámetro variable de 20 a 44 micras y promedio de 35. Puntuaciones arcoladas en hilera longitudinal en las traqueidas ocasionalmente en pares laterales. En la misma sección radial se encuentran puntuaciones pinoides y fenestradas solo en el entrecruzamiento de los rayos.

Rayos leñosos. De dos tipos uniseriados, que son los más abundantes y fusiformes, con un canal resinífero transversal. La altura total oscila de 75 a 315 micras, con un promedio de 148; formados por una a 15 células, promediando los de 6.

Canales resiníferos. Revestidos con epitelio de pared delgada, en número de 0.4 por mm^2 . Su diámetro varía de 72 a 109 micras, con 96 como promedio.

El análisis químico de una muestra generó un 53.3 por ciento de celulosa, 22.8 de lignina y 6.7 de pentosanas.

1.2.1.7 Composición de la trementina

En un principio se realizó un estudio de la trementina de esta especie en 1946. Pero en 1951 se repitieron los análisis con muestras colectadas en la zona de Uruapan, Mich. donde se colectó para la primera vez. Los resultados fueron similares para ambos, como puede apreciarse en seguida:

	Características físicas	
	1946	1951
Indice de refracción	$n_D^{25} = 0.8757$	$n_D^{25} = 1.4655$
Densidad	$d_4^{22} = 0.8757$	$d_4^{22} = 0.8563$
Poder rotatorio específico	$[\alpha]_D^{20} = + 36.5^\circ$	$[\alpha]_D^{20} = 47.7^\circ$
Porcentaje de rendimiento de trementina	22.7	27.6
Tipo de destilado	Al vapor	Al vacío

Composición química

d- α -pineno (%)	96-97	97-98
-------------------------	-------	-------

(Eguiluz, 1978).

Dos años después se repitieron análisis de trementina de la especie, pero con muestras colectadas en Chiapas. Aquí se encontraron diferencias que nos hace pensar en que tal vez la muestra se obtuvo de la forma macrocarpa que se encuentra en aquella zona, puesto que los mismos autores aclaran de que se trata de cuando menos dos variedades diferentes (Eguiluz, 1978).

1.2.1.8 Distribución

Se localiza en el eje Neovolcanico, Sierra Madre Oriental al Norte y en el Sur y Sureste del País; adentrándose a las montañas de Guatemala C.A. Queda ubicado entre los paralelos 16°50' a 25°20' de Latitud Norte

- y meridianos 92°15' a los 105°10' de Longitud W. Los sitios donde se le ha colectado y/o reportado, se enlistan en seguida:
- COAH. Los Lirios (Arteaga). Picos de Davis (Margaritas).
- COL. Cerca del Volcán de Colima (I.N.F.).
- CHIS. Mitziton (Martínez). La cascada (Cintalapa), Rancho Nuevo y Zontehuitz (San Cristobal), Mpio, de Zinacatlán, Paraje Matsab.
- D.F. Ajusco, Desierto de los Leones y Milpa Alta.
- GRO. Tepoxtepec y Tlapa. El Mirador (Leonardo Bravo).
- HGO. Real del Monte a 3 Km, al W. Huasca de Ocampo, cerca de Peñas largas (Epazoyucan) y Cerro Xichuingo (Tepeapulco).
- JAL. Entre Cuale y Talpa.
- MEX. Cerro de Cuatepec, la Ciénega (Sultepec), San Pedro Ixtepec, Parque Ixta-Popo, entre Amecameca y Tlalmanalco, Jilotepec, Atlacomulco, Nevado de Toluca, Villa del Carbón, Rfo Frío, Alquisiras, San Rafael, Sultepec, Villa Alpina (Naucalpan), Cerro de Jocotitlán, Carr. Méx.-Pue. Km, 40, Parque Bosencheve, San Cayetano y Presa del Oro.
- MICH. Cerro Azul (Patambán), Quiroga, Paracho, cerca de Uruapan, Tingambato, Sierra de las cruces, San Juan de las Colchas, Cerro Tecolote (Zacapú) Maravatfo.
- MOR. Tres Cumbres, Km 60 carr, Méx.-Cuernavaca, Cerro de Zempoala.
- N.L. Villa de Santiago y cerca de Galeana, en Sierra de Allende, Laguna de Sánchez (Santiago).
- OAX. San Miguel Mixtepec (Zimatlan) y Loma Carrizal (Telistlahuaca), Paraje Cañada de la Pobreza y Rancho Eulogia (Zimatlan).
- PUE. Cd. Serdán, Canoitas (G. Victoria), cerca de Atlixco, Tlaltenco

(Chautzingo), cerca de Huejótzingo, Ayotla (Zacatlán), Carr.
Pue-Berristain. En Rancho Viejo y Colonia Morelos (Zaragoza),
Carr, Méx.-Orizaba, Campo Exp. Ftal. S. Juan Tetla Boyás,
Chignahuapan.

QRO. 4 Km, antes de Pinal de Amoles.

TAMPS. a 20 Km, al N. de Miquihuana y de aquí rumbo a Palmillas.

TLAX. Faldas de la Malinche, Pueblo Nuevo (Tlaxco).

VER. Las Vigas y Perote, el Birjam entre Jalapa y Perote.

ZAC. Salto Prieto (Flores).

1.2.1.9 Ecología.

Frecuenta un rango altitudinal muy variable, de 1 150 a 3 150 msnm, pero sus mejores calidades de estación se ubican alrededor de los 2 500 msnm. Forma masas puras de varias decenas de has; pero comunmente se asocia con P. hartwegii, P. rudis, P. pseudostrobus, P. leiophylla, P. lawsoni, P. michoacana, P. douglasiana, P. ayacahuite y con su var. veitchii y P. teocote principalmente. En las partes más altas lo hace con Abies religiosa, Cupressus lindleyi, Alnus firmifolia y Quercus sp.

Varios estudios de suelos, demuestran que frecuenta los de origen volcánico, montañosos con buen drenaje. En el eje Neovolcánico habita sobre suelos oscuros, grisáceos, migajón arenoso y de 1 a 4 m, de profundidad. Ricos en N, Ca, K y M.O., pero en P, relativamente bajo; con pH de 5.4 a 6.9. En Michoacán se le ha visto sobre suelos amarillo rojizos o grisáceos arcillo limosos o migajón arenosos, profundos, de buen

drenaje y con pH de 6.5, medios contenidos en M.O. y N, pero bajos en Ca, P, y K.

En realidad se ha visto que los suelos profundos y bien drenados se encuentran los mejores ejemplares. Los primeros tres a cinco años se mantienen en estado cespitoso, pero después desarrolla con buenos incrementos.

1.2.1.10 Clima

Templado con precipitación variable de 500 a 1 500 mm anuales, repartidos de Junio a Septiembre, dependiendo de la región. Las mejores calidades de estación se presentan en los 1 800 a 1 100 mm. anuales. La temperatura media anual del área total es de 14.3°C, las extremas mínimas descienden hasta -14°C y las máximas se acercan a los 40° C. Los meses más calientes son de Marzo a Mayo y los más fríos en Invierno, que es cuando ocasionalmente llega a nevar. Normalmente caen de cero a más de 100 heladas por año y se pasa más de la mitad del año nublado, dependiendo de la localidad.

Para detalles específicos es necesario estudiar a fondo cada región.

1.2.1.11 Importancia

En la Sierra Volcánica, es una de las especies maderables de mayor importancia económica. Se le usa en triplay, celulosa, papel, cajas de empaque, puntales para minas, durmientes, postes para cableados, encofrados, ebanistería, muebles, duelas y en la industria constructora. Es una especie resinera importante y en algunas zonas se explota bastante. Se le ha usado en reforestaciones para recuperar suelos degradados y ha dado buenos resultados.

II Vivero

El vivero es el lugar de permanencia semi-definitiva de las plantas en su proceso de multiplicación de cuyas características, manejo y atención dependerá en gran parte la calidad de los individuos producidos. Los cuidados que el vivero puedan prestarse en sus riegos, en su fertilización, en sus medidas fitosanitarias, en el combate de malezas, etc, será de gran importancia para la obtención de árboles de buenas características que lleguen a ser muy productivos.

Existen dos tipos de viveros; los temporales y los permanentes.

Viveros temporales.

Se establecen en áreas difícilmente accesibles pero cada uno cerca de la zona de plantación. Se llaman también viveros volantes. Estos generalmente son claros en el bosque donde se cultivan árboles de especies locales, por un período de dos a cuatro años.

Viveros permanentes.

Requieren más inversión en equipo, terreno y mano de obra. Su ubicación debe estar planificada adecuadamente, y con base a la cantidad de plantas producidas (Grijpma, 1982).

Puede decirse que un vivero consta de tres secciones:

- 2.1 Semillero
- 2.2 Envasado
- 2.3 Trasplante

(Pimentel, 1971).

2.1 Semillero.

La sección de semillero es la parte del vivero encargada de la producción de plántulas de las especies deseadas. Para ello requiere de construcciones bastante simples.

2.1.1 Portacajas

Este consiste en una especie de pileta hecha con cemento y ladrillo, de 1.20 m, de ancho y una altura de 20 cm, de largo está condicionado a las características del terreno y las necesidades de producción de planta en el cual se ubica el vivero. Su parte interior debe ser impermeable, con una pequeña pendiente y un tubo con tapón que sirva de drenaje en el momento requerido.

Por otro lado se requiere de la instalación de un suministro de agua, colocando una llave común y corriente, aunque también se puede utilizar, regaderas o mangueras.

Para aumentar las horas luz, se colocan en el techo (1.50 m, de alto) focos de 100 a 200 watts con una separación de 25 cm que además de la luz proporcione calor (Pimentel, 1971).

2.1.2 Cajas semilleras

El semillero propiamente dicho, lo constituye un cajón hecho con madera de 1/2 pulgada de grueso. Las dimensiones para su fácil manejo son:

Largo = 55 cm.

Ancho = 35 cm.

Alto = 12 cm.

Las tiras de tablas que forman el fondo de la caja, deben tener una separación de unos 2 mm con el objeto de facilitar el drenaje. En los extremos de la caja, conviene hacer una agarradera para transportarla con facilidad.

La misma utilidad que presentan las cajas de madera, las dan las medias latas perforadas en su base, las cuales, lógicamente aumentan su duración, si se les da un baño con cualquier pintura anticorrosiva, además que no permite que los posibles óxidos afecten a las raíces de las plantas (Pimentel, 1971).

Las semillas pueden ser sembradas a mano o a máquina pero muchos semilleros grandes usan camas porque es más económico (Krugman, 1974).

2.1.3 Preparación de la caja semillera.

Está demostrado que las semillas para su germinación solo requieren de humedad y temperatura adecuada, por tanto el medio en que se ponga a germinar no es de mucha importancia; así podemos emplear tierra común, tierra de monte, arena de mina o de río, y también la vermiculita, que es un material micáceo desintegrado, en ocasiones se prefiere usar la tierra de monte porque facilita la micorrización, o sea que se inoculan los pinos (Pimentel, 1971).

Los pinos son sembrados en semilleros en muchas partes y en virtualmente todos los tipos de suelos. El suelo debe ser fértil y de buen drenaje así como aereación. En grandes semilleros el suelo es fumigado en el otoño a primavera antes de la siembra para el control de insectos, nematodos y semillas de maleza (Krugman, 1974).

2.2 Envasado

En el caso de envases, el color, diámetro y altura del envase dependen de la especie y tiempo de permanencia, pero tanto en el envasado y aún en las camas semilleras la tierra utilizada debe reunir determinadas características:

1. Que sea de buena calidad.
2. Textura liviana (para facilitar drenaje y aereación).
3. Cernida, para evitar larvas de Gallina ciega, piedras, terrones, raíces, etc.
4. De ser posible debiera ser tratada con bromuro de metilo, para matar larvas o huevecillos de insectos y semillas de malas hierbas que hayan traspasado la tela de alambre, cuando se cernió (Pimentel, 1971).

2.2.1 Siembra.

Pimentel (1971), menciona que las semillas de la especie seleccionada se distribuyen más o menos uniformemente en toda la superficie de la caja previamente preparada, posteriormente se procede a cubrir perfectamente la simiente con una capa de arena de 1 a 1.5 cm, de espesor.

En el caso de semillas pequeñas, como las de Eucalyptus spp. su distribución se facilita, mezclándolas con arena de río y posteriormente agregando un poco más de éste mismo material para asegurar un buen cubrimiento.

Los riegos deben ser periódicos y pueden hacerse vertiendo el agua sobre los almácigos o semilleros, o bien poniendo agua en el estanque del porta-cajas, para que la tierra absorba el líquido por capilaridad a

través de ranuras o perforaciones del cajón, así las semillas permanecen siempre a la profundidad adecuada, dado que no se destapan por el efecto de riego con regadera.

Después de 4 o 6 días de nacidas, las plantulas estan listas para su trasplante.

No es necesario poner sombra a los semilleros a menos que la insolación del lugar sea muy intensa.

En el momento de la siembra, las semillas son distribuidas y prensadas firmemente en el suelo, cubiertas uniformemente con 0.3 a 1.8 cm de suelo, arena o musgo. Las semillas deben ser colocadas en sitios donde esten protegidas de la erosión del viento y las neladas. En especies de semilla grande como P. albicaulis, P. lambertiana, y P. monophyla son colocadas las semillas a una profundidad de un centímetro. Semillas más pequeñas requieren menor recubrimiento.

La germinación es completa para muchas especies de 10 a 50 días después de la siembra en primavera, pero algunos lotes de semillas con dormición, aún después de un tratamiento pre-germinativo puede continuar sin germinar algunos meses o años después de la siembra, por ejemplo: P. albicaulis, P. cembra, P. peuce y P. strobiformis (Pimentel, 1971).

Padilla (1983), expone con detalle aspectos muy importantes de tomarse en cuenta para el cálculo de densidad de siembra en pinos, estos aspectos se muestran a continuación:

Necesidades de semilla.

El viverista puede fácilmente, calcular la cantidad de semilla que necesita para producir los plántones para cubrir el área a reforestar. Para el cálculo del número de kilos de semilla que se necesita se debe considerar lo siguiente:

1. La capacidad de germinación o poder germinativo de la semilla.
2. Pureza de las semillas.
3. Valor Cultural V.C. = $\frac{(\% \text{ de pureza}) (\% \text{ de germinación})}{100}$
4. Núm, de semillas por unidad de peso de semillas puras, por ejemplo, el Pinus radiata tiene 30 000 semillas por kilogramo.
5. El porcentaje de plántulas aptas para el repique luego de la selección en el momento del repique.
6. El factor de eficiencia del almácigo (F), resultado del número de plántulas repicadas dividido entre el número teórico de plántulas que se estima obtener de acuerdo al valor cultural de la semilla.

$$F = \frac{\text{Núm, de plántulas obtenidas}}{\text{Valor Cultural (en decimales) Núm de sems /Kg.}}$$

Si una especie tiene 250 000 semillas con un 90 % de pureza y 92 % de germinación y se obtienen 185 000 plántulas, ya que en el semillero puede haber pérdidas por ataque de plagas y/o enfermedades ó por daños físicos; el factor F será:

$$F = \frac{185\ 000}{0.828 \times 250\ 000}$$

$$F = 0.894 = 0.9$$

Con ésta información se calcularán los datos siguientes:

el número teórico de plántulas a obtener por kilo de semilla, se conoce también el factor de eficiencia; a éste producto habrá que restarle un porcentaje de plántulas eliminadas en la selección al momento de repicar (plántulas mal conformadas, débiles, etc.).

Núm. de plántulas repicadas
por Kg de sems (n.p.r.) = Núm de semillas por Kg x V.C. (en
decimales) x F — número de plantas
eliminadas por selección.

Ejem. n.p.r. = (250 000 x 0.828 x 0.9) — 5 000
= 186 300 — 5 000
= 181 300 plántulas repicadas.

B. Número de plantones aptos para la plantación por Kg de semilla.

En el proceso de producción luego del repique, ocurre una serie de pérdidas por muerte de plantas, debido a daños climatológicos (heladas, sequía), por enfermedades (chupadera, fungosas u otras) etc. estas pérdidas permiten estimar el factor F de eficiencia de vivero que estaría alrededor de 0.8 a 0.9, es decir que de cada 100 plántulas repicadas 80 o 90 están listas para campo definitivo.

Si a este número de plantones se resta las plántulas eliminadas por selección, se tendría:

Núm. P.P.Kg. = n.p.r. — bajas de producción — plantas eliminadas por
selección.

donde:

Núm. P.P.Kg. = Es el número de plantones aptos para plantación por
Kg de semilla.

n.p.r. = Es el número de plantas repicadas por Kg de semilla.

Bajas de producción = Es de 10 a 20 % del n.p.r.

Plantas eliminadas por selección = Se estima de 10 a 20 % de n.p.r. —
bajas de producción.

Ejem. Núm, P.P.Kg. = 181,300 — 10% de 181,300 — 10% de (181,300 — 10 % de 181 300).
 = 181,300 — 18,130 — 10% de (181,300 — 18,130)
 = 181,300 — 18,130 — 10% de 163,170
 = 181,300 — 18,130 — 16,317
 = 146,853 plantones.

Es decir que de las 250 000 semillas que se obtiene por kilogramo, se han obtenido 146 853 plantones aptos para la plantación, o sea el 58.7%.

C. Número de kilos de semilla a almácigar. Como se conoce el número de plantones necesarios para la plantación y el número de plantones obtenidos /Kg de semilla se tiene:

$$\text{Kg de semilla} = \frac{\text{Plantones requeridos para plantación}}{\text{Plantones obtenidos por Kg de semilla}}$$

ejem.

$$\text{Kg de semilla} = \frac{550\ 000}{146\ 853}$$

$$= 3.75 \text{ Kg de semilla}$$

$$= 4 \text{ Kilogramos aproximadamente.}$$

2.3 Trasplante.

Cualquier plántula es trasplantada directamente en recipientes con suelo mixto. Dependiendo en el semillero, se le provee de sombra parcialmente durante la germinación o en la fase de establecimiento. Normalmente los recipientes de cultivo del pino son cuidados de uno a cinco años antes del trasplante (Krugman, 1974).

Al paso de las plántulas del almácigo a la sección de crecimiento se le llama trasplante.

Las bolsas con tierra ya dispuestas en los tableros se riegan con manguera o regadera, hasta humedecer la tierra a saturación. Una vez hecho lo anterior se transporta la caja semillera para efectuar el trasplante.

III. Aspectos que afectan la producción de plantas en almácigo u semillero.

3.1 Tipos de propagación.

3.1.1 Propagación asexual.

Todas las especies de pino pueden ser propagadas vegetativamente, por enraizamiento de estacas o injerto. Sin embargo, el enraizamiento para muchas especies decrece rápidamente cuando las secciones son tomadas de árboles viejos de más de cinco años. Pinus radiata, P. attenuata, P. densiflora y P. thunbergiana son fácilmente de enraizar, pero solo P. radiata es extensamente propagada por el enraizamiento de esquejes en condiciones de semillero e invernadero.

Árboles selectos de muchas otras especies son clonadas para el enraizamiento de esquejes. El injerto también es frecuentemente usado para propagar material raro; clones de plantas individuales, como en semillas de huerto o en programas designados a producir mejoramiento genético en semillas de árboles forestales (Krugman, 1974).

3.1.2 Propagación sexual.

La forma más usual de multiplicación de especies forestales, es a través de semillas, ya que estas presentan ventajas sobre los métodos asexuales, entre los cuales se mencionan las siguientes (Villagomez, Villaseñor y Salinas, 1979) :

- A. Estan menos expuestas a restricciones aduanales para su importación y exportación.
- B. Su manejo y almacenamiento resultan más económicos.
- C. Son transmisoras de plagas y enfermedades en grado menor.
- D. En la mayoría de las especies se logra más fácilmente la reproducción en forma sexual.

3.2 Epoca de siembra.

Pimentel (1971), dice que la época de siembra varía de acuerdo con la especie y el clima de la región. Si los inviernos son benignos o las especies por cultivar son resistentes a las bajas temperaturas, pueden convenir las siembras de otoño, germinando las semillas antes de los fríos, las plantas adquieren buen desarrollo que les permite soportar normalmente el invierno, como sucede con muchas coníferas. No obstante, en la mayoría de los viveros nacionales, se acostumbra hacer las siembras al entrar la primavera o un poco antes.

Krugman (1974), menciona que en las regiones templadas, las semillas de pino pueden ser sembradas en la primavera o en el verano, igualmente se pueden sembrar en primavera semillas con o sin dormición, solo que las semillas con dormición deben ser pre-tratadas.

Las semillas sembradas en otoño no suelen desarrollar mejor que las llevadas a siembra en primavera.

En las siembras de otoño, no obstante muchas siembras tardías no hay bastante germinación, estas siembras si no están protegidas contra el frío se presentan daños mortales. Las siembras en otoño en semilleros también están sujetas a pérdidas debido a daños por roedores.

3.3 Origen de la semilla

El efecto del origen de la semilla sobre la germinación es un aspecto que debiera tomarse muy en cuenta.

Se ha reportado que las semillas de Pinus sylvestris colectadas en varias regiones forestales diferentes tuvieron distintos tiempos en germinación, y se menciona que ésto también es cierto para P. strobus, y lo mismo para P. ponderosa, debido a que, también el efecto de la edad y el vigor del árbol madre, tras considerables diferencias de opinión, se ha reportado que semillas de árboles jóvenes de Pinus sylvestris tienen mayor capacidad de germinación que las semillas de árboles viejos. Por otro lado Schotte citado por Stone (1957) trabajando con algunas especies y usando P. ponderosa y P. monticola, no encontró una correlación entre la edad del árbol madre y la capacidad de germinación.

Aparentemente, el efecto del tamaño de cono sobre la germinación de semillas es importante para algunas especies, pero no para otras. Trabajando con Pinus sylvestris, con P. peuce y con P. echinata se reportaron buena correlación entre el tamaño de cono y la capacidad de germinación. Sin embargo, cuando se trabajó con P. rigida no se obtuvo relación (Stone, 1957).

Se ha tenido reportes conflictivos acerca de la posición de la semilla en el cono y la posición del cono en el árbol con los efectos subsecuentes en la germinación. Stone (1957) reporta que las semillas de Pinus jeffreyi de la porción inferior del cono presentaron rápida germinación que las semillas de la porción superior, aunque no se obtuvo los mismos resultados

con P. pungens. Trabajando con P. sylvestris se reporta mayor capacidad de germinación de semillas de conos junto a la base de la copa, pero no obtuvieron una diferencia en la capacidad de germinación de semillas de la cima o del fondo de la copa de P. rigida.

Sobreponiendo sobre estas relaciones es el efecto reportado de color de la semilla. Trabajando con P. sylvestris, con P. peuce, y con P. echinata se determinó que las semillas de color oscuro germinan mejor que las semillas de colores brillantes, sobre el otro aspecto, trabajando con P. nigra, y con P. sylvestris, se determinó que las semillas de colores brillantes germinan mejor que las semillas de color oscuro, en semillas que han estado almacenadas menos de un año (Stone, 1957).

Con Pinus ponderosa y P. lambertiana, se encontró que la gravedad específica de los conos, es un indicativo de su madurez, y se ha pronunciado que puede tener un efecto sobre la germinación de las semillas. Se agrega a estas conclusiones que después de un año de almacenamiento en frío la germinación de semillas de P. lambertiana, de conos que tuvieron una gravedad específica de 0.90 ó mayor cuando se colectaron, disminuyó casi a cero. Pero semillas de conos que tuvieron una gravedad específica de 0.80 o menos cuando se colectaron, germinaron bien después de un año de almacenamiento frío.

Finalmente se ha reportado el ritmo de germinación interna de la semilla. Acorde con esto se trabajo con P. sylvestris y con P. pinaster, la velocidad de germinación y la capacidad de germinación variaron en un lote de semillas en el curso de un año, aunque la germinación fue con temperaturas controladas (Stone, 1957).

3.4 Luminosidad

La calidad de la luz influye en los procesos fisiológicos, pero las variaciones en la calidad de la luz bajo condiciones naturales no son, generalmente, tan pronunciadas como para afectar en forma importante el desarrollo de la plántula.

Se ha reportado que la mayoría de las especies de pinos mexicanos son intolerables a la sombra. Entre estas especies se ha incluido al Pinus montezumae.

3.5 Densidad de siembra

La densidad de siembra en semillero, según Padilla (1983), es la cantidad de semillas que se han de utilizar por superficie de semillero, la que determinará también el número de plántulas por metro cuadrado, ésta cantidad no debe ser muy grande porque las plántulas estarían muy cercanas entre sí, dando como consecuencia plántulas raquíticas, y débiles, habrá también peligro de ataque de enfermedades y plagas, y por otro lado, se produce pérdidas de semillas.

La densidad de semillero estará determinada por:

- A) El tamaño de la semilla, cuando las semillas son grandes se colocará menor cantidad por m^2 , que cuando son pequeñas.
- B) El tamaño de plántulas, si las plántulas son robustas ocuparan mayor espacio y por tanto se colocará menor cantidad de plantas por m^2 .
- C) El tiempo de permanencia de las plantulas en el semillero, si las plántulas han de estar en el semillero por mucho tiempo es preferible colocarlas en número reducido, pero si las plántulas han de permanecer un tiempo corto y limitado, el número será mayor, pero más bien las plántulas se trasplantan tan pronto como emergen esto es particularmente

cierto en pinos.

D). La clase de sustrato, para Pimentel (1971) el sustrato no tiene demasiada importancia como fuente de nutrientes porque las plantas son transplantadas tan pronto como germinan las semillas, en sustrato inerte carente de substancias nutritivas se puede almacenar con mayor densidad porque las plántulas saldrán del semillero rápidamente, en cambio si es un sustrato compuesto de suelo ó mezcla de suelo, se puede sembrar en menor densidad porque las plántulas quedarán mayor tiempo antes de trasplantarlas, en general se puede considerar 15 000 plántulas por m².

Un determinante más de la densidad de siembra es el porcentaje de germinación, pues éste tiene que ser necesariamente acorde con la cantidad de semilla empleada (Pimentel, 1971).

Un promedio de germinación en semillero tiene un rango de 20 a 85 por ciento, y esto también debido a la capacidad de germinación obtenida en pruebas de laboratorio, aunque el promedio anda cerca del 55 por ciento (Krugman, 1974).

En México, y en los semilleros se siembra procurando tener una densidad de siembra fuerte, o sea, que queda un pequeñísimo espacio entre las semillas. De esta manera se obtiene un promedio de 3 000 plantas por caja semillera, como sucede con semillas de Pinus michoacana, Pinus montezumae, P. radiata, P. halepensis y otras de tamaño semejante (Pimentel, 1971).

Otro aspecto que bien podría influir en la densidad de siembra es posiblemente la presencia de inhibidores en las semillas, Camacho (1986) encontro que la información bibliografica y la información obtenida en vivero

fue contradictoria acerca de la necesidad de un tratamiento para estimular la germinación de pirúl (Scirpus molle) en siembras efectuadas en suelo, experimentos realizados con semillas de varios lotes permiten explicar ésta situación en términos de la pérdida de inhibidores a través de un gradiente de concentración, pues se demostró la presencia de estas sustancias en la cubierta externa de las semillas y que la capacidad germinativa se incrementa conforme disminuye la densidad de siembra en suelo.

La germinación del pirúl es afectada por la densidad de siembra, la cual posiblemente determina la necesidad de aplicar un tratamiento, la germinación dentro de recipientes de 65.21 mm, de diámetro fue de 17.63 % cuando se sembraron 241 semillas; mientras que alcanzó el 39.58 % con la siembra de 48 semillas, al remojar las semillas 24 hrs, se alcanzó alrededor de un 30 % más de germinación en ambas densidades (Rosales y Camacho, 1986).

3.6 Aspectos sobre la propagación y reproducción de Pinus montezumae.

De acuerdo con Patifio (1973) el Pinus montezumae que dispersa sus semillas en enero tienen dormición debido a que la época es buena para que se preparen a germinar cuando entre la primavera (condiciones ambientales adecuadas), el porcentaje de germinación de estas semillas también apoya lo anterior al manifestar de 80 a 97 %.

El porcentaje de germinación que en algunas semillas es muy buena, se puede usar como indicativo de que manifiesten poca ó nula dormición cuando el medio para germinar es propicio. Algunas especies de pinos mexicanos que tiene excelente germinación además del Pinus montezumae

son P. pringlei Shaw, P. pseudostrobus var. protuberans Mart, P. ponderosa, P. oocarpa var. ochoternai Mart, P. michoacana var. cornuta Mart, P. engelmannii Carr, P. douglasiana Mart, P. contorta var. latifolia.

En base a lo anterior se puede mencionar que no hay evidencia de dormición en la mayoría de pinos mexicanos (Patiño, 1973).

La época de siembra influye bastante en la germinación de semillas, por que se manifiesta la influencia del clima lo cual evidentemente es trascendental en las semillas. En épocas frías se retrasa la germinación por efecto de la temperatura y no por la dormición propia de cada semilla, por lo que se debe considerar que en condiciones de baja temperatura (invierno) lo que ocurre en las semillas es quiecencia y no dormancia. La duración e intensidad de la luz también se relaciona con la época de siembra.

La época de siembra óptima se define como el período del año, en el cual se tienen las condiciones más favorables para la buena germinación, sobrevivencia y el crecimiento posterior de cada especie en condiciones naturales, para esquivar la quiecencia, cuando la dormición es baja en semillas se puede usar la época de siembra; en Pinus montezumae Lamb. sembradas en marzo obtuvo un porcentaje de germinación del 92 %, y 89 % de sobrevivencia después de 39 días de ser sembradas (Martínez, 1985).

Con base en los resultados de Musálem (1985), se puede establecer que las semillas de P. montezumae son capaces de germinar bajo una amplia gama de intercepción de luz solar sin reducción sustancial en el

porcentaje de germinación. Esta regla se limita en lugares donde la temperatura máxima del suelo no llega a alcanzar los 40°C, y por otra parte, la germinación puede comenzar sólo si la temperatura del suelo es mayor a los 5°C.

Zavala en 1971 trabajando con semillas de Pinus montezumae sometidas a tres tratamientos (1. semillas en arena húmeda por 30 días y en cuarto frío a 5°C, 2. semilla en arena húmeda por 15 días en cuarto frío a 5°C, seguida de remojo en agua natural a temperatura ambiental por 24 hrs, 3. remojo en agua natural durante 24 hrs.), encontró lo siguiente:

Por los resultados obtenidos en los tratamientos, es de suponerse que afectan la energía germinativa de la semilla de Pinus montezumae en forma favorable sobre todo el remojo en 24 hrs, es decir la velocidad de germinación, aunque, estos efectos no son significativos los primeros 15 días después de la siembra, en los cuales la germinación del testigo se equipara con los tratamientos mencionados, concluyendo que los tratamientos 1, 2 y 3 se pueden aplicar para acelerar la germinación de la semilla de esta especie, pensando en siembras directas o pruebas de germinación con el fin de acortar el período en que pueda estar la semilla expuesta a factores adversos o con el propósito de ahorrar tiempo en las pruebas de germinación.

IV. Dormición o latencia

En el idioma español se han usado las palabras; dormición, dormancia, latencia, letargo, reposo y vida latente para referirse en general a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal y de la germinación particular.

El diccionario de la Academia de la Lengua Española contiene las palabras; letargo, dormición y reposo sin que ninguna se refiera explícitamente a la inhibición del crecimiento vegetal, la misma situación se tiene en el diccionario de botánica con estas palabras y latencia, en ésta obra se dice que la vida latente es la de las semillas vivas no germinadas. En un diccionario de Agricultura Internacional se dice que dormición es la falta o inhibición de la germinación, mientras que en un Agropecuario y editado en México se emplea dormancia y letargo para referirse al estado de las semillas anterior a la germinación.

En el presente trabajo se emplea la palabra dormición porque es una palabra española que de acuerdo con un Diccionario Internacional se refiere a la inhibición de la germinación, las palabras dormancia, letargo y reposo así como vida latente se consideran como sinónimos de dormición.

Algunos autores emplean el término dormición en un sentido amplio para referirse a la falta de germinación debida tanto a un medio ambiente desfavorable como a mecanismos inhibidores residentes en la semilla, mientras otros lo hacen en un sentido restringido a la última causa y utilizan la palabra "Quiescencia" para referirse a la falta de germinación debida

a un medio ambiente desfavorable para ella.

Como emplear el término dormición en un sentido amplio se presta a confusión y obliga por ello a señalar a cada momento sus causas (en éste trabajo se utilizó en un sentido restringido) y de acuerdo con la definición de Salisbury y Ross citados por Camacho (1987): "dormición es el estado en que se encuentra una semilla viable que no germina aunque disponga de suficiente humedad para embeberse, una aereación similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado y una temperatura que se encuentre entre 10 y 30 °C", por lo tanto quiescencia se entendera como la inhibición debida a que faltan las condiciones ambientales adecuadas para la germinación.

Finalmente es importante decir que se puede afirmar que en las poblaciones de semillas hay dormición cuando su germinación tiene uno ó más de las siguientes características:

1. Es incompleta pues una parte de las semillas que las componen permanecen mucho tiempo firmes, o sea que se embeben pero no germinan ni se pudren, o bien permanecen duras esto es que ni siquiera se embeben.
2. Es lenta debido a que las semillas individualmente o en conjuntos tardan en completar su germinación.
3. Es extremadamente sensible al medio ambiente, ya que para realizarse requiere de condiciones determinadas de iluminación, temperatura o componentes de la atmosfera entre otros factores.

Muchas especies de pinos mexicanos no manifiestan dormición en condiciones naturales, sin embargo, cuando esta semilla es almacenada por largos periodos, o por manejo inadecuado, o quizá, porque son especies particularmente con dormición por otras causas, requieren entonces

de uno o más tratamientos para germinar. Por experiencias se sabe qué, o cual pino no manifiesta dormición, sin embargo, hay pinos que con antecedentes de buena germinación no germinan sus semillas, entonces es el manejo y las exposiciones a ciertas condiciones ambientales provocadas lo que ocasiona que se origine dormición en especies que no la presentaban (Camacho, 1987).

En las semillas durmientes para que se realice la germinación es necesario que los mecanismos fisiológicos que inhiben sean eliminados, lo cual ocurre bajo la influencia de ciertos eventos ambientales que no siempre corresponden a las exigencias de las semillas quiescentes para germinar (Camacho, 1987).

El período más crítico de las operaciones de vivero en que germinan las semillas es en los días con lluvias y a veces granizos, u otras condiciones atmosféricas adversas como vientos o heladas tardías, etc; además de enfermedades que pueden causar daños o pérdidas al vivero, la eliminación de la dormición de semillas evitaría este período, también hay varias ventajas en vivero como por ejemplo mayor uniformidad de tamaño (Carneiro, 1975).

Entre los principales problemas surgidos y por la repercusión que tienen en los planes de producción se pueden citar (Villagómez, Villaseñor, y Salinas, 1979):

- A). Largos períodos para lograr su germinación, lo que incrementa los costos del proceso.
- B). Irregularidad en el crecimiento, lo que ocasiona la obtención de plantas de diversos tamaños, con los problemas subsecuentes en el momento de trasplante, o en otra labor.

C). Presencia de sustancias inhibitoras en la germinación lo que provoca su abatimiento al realizar las pruebas en condiciones artificiales.

Por lo tanto se hace necesario determinar los factores que afectan el proceso de germinación y encontrar los mecanismos que permitan su eliminación, se debe investigar a nivel de laboratorio la influencia de tratamientos (sean de naturaleza física, química, o mecánica) que logran acelerar y uniformizar la germinación, con la finalidad de obtener la máxima capacidad germinativa en el mejor tiempo posible.

Según Carneiro (1975) lo que se busca con la aplicación de tratamientos a semillas durmientes es:

- a) Aceleración de la germinación.
- b) Aumento de germinación en campo.
- c) Germinación uniforme.

De acuerdo con Ramírez y Camacho (1987) los mecanismos causantes de la dormición de semillas pueden estar tanto en las cubiertas más expuestas al medio ambiente como en los tejidos internos, por lo que se propuso una clasificación de tipos de dormición fundamentada en el mecanismo inhibitorio presente como en las exigencias para eliminarlo.

4.1 Dormición física

Se debe a la presencia de una cubierta impermeable al agua que debe ser perforada para que se realice la germinación, ejem. Prosopis juliflora (Mezquite) y Leucaena leucocephala (Guaje). La germinación se estimula artificialmente aplicando inmersiones en agua caliente, ácidos o bien lijado de la testa (Ramírez y Camacho, 1987).

4.2 Dormición química.

La cubierta más expuesta al medio ambiente contiene sustancias solubles en agua que inhiben el crecimiento vegetal, las cuales se denominan inhibidores, para que la germinación ocurra se requiere que dichas sustancias sean eliminadas junto con el tejido que las contiene o sean lixiviadas por el agua, lo cual puede lograrse eliminando toda la cubierta manual o mecánicamente, aunque es más fácil remojar las semillas en agua, de preferencia corriente. Un ejemplo bien conocido de semillas con dormición química son las de Tectona grandis, otras las de Schinus molle (pirúl).

4.3 Dormición mecánica.

Cuando una semilla presenta una cubierta gruesa y dura, como lo es el endocarpio, el letargo puede atribuirse a que la cubierta pone una resistencia mecánica al crecimiento del embrión. No obstante, que esto es una posibilidad teórica aceptable.

Para eliminar el efecto inhibitorio de una cubierta dura se puede aplicar la estratificación cálida, que consiste en colocar las semillas dentro de un sustrato como por ejemplo arena no esterilizada y suficiente humedad para que las semillas se embeban. Todo esto se incuba a temperaturas mayores de 10°C. Otro método efectivo consiste en remojar las semillas después secarlas, esto se repite de dos a cuatro veces dependiendo de la especie.

4.4 Dormición morfológica.

En muchas especies el retraso de la germinación puede resultar de la presencia de un embrión rudimentario, o sea, poco desarrollado y/o

diferenciado en el momento en que la semilla madura. Esta es una característica de las especies que no dependen del período transcurrido desde la fertilización hasta la maduración de las semillas.

Para que la germinación se realice se requiere que el embrión haya completado su desarrollo, lo cual puede acelerarse artificialmente con aplicación de estratificación cálida u hormonas vegetales.

4.5 Dormición fisiológica.

En este caso la inhibición es resultado de la combinación de cubiertas poco permeables a los gases y bloques metabólicos en el embrión, este es el tipo de dormición más estudiado. Las manifestaciones de este tipo de dormición van desde casos como Lactuca sativa (lechuga) en que la inhibición sólo se presenta en semillas recién cosechadas, a ciertas temperaturas altas y en ausencia de luz, mientras que en otros como Acer tataricum (Abedul), la inhibición es tal que sólo se elimina cuando las semillas se someten varios meses a enfriamiento en condiciones húmedas, que consiste en que las semillas permanezcan dentro de un sustrato y temperaturas menores de 10 °C.

4.6 Dormición o latencia en el género Pinus.

La semilla de pino exhibe mayor germinación variable cuando se siembra después de ser almacenada. El tipo y grado de dormición varía entre especies, fuente geográfica y algunos lotes. La dormición en semillas, puede resultar por una prolongada exposición también a altas temperaturas, y la dormición puede incrementarse con prolongado almacenaje. Semillas de muchas especies ordinariamente germinan sin pre-tratamientos, pero la germinación es bastante mejorada y

apresurada por la estratificación en frío, especialmente si las semillas han estado almacenadas.

Muchos pinos de clima templado que vierten sus semillas en otoño, y que germinan sus semillas prontamente durante la primavera, para algunas especies como Pinus cembra o P. peuce su germinación puede verse favorecida durante el segundo o el tercer año después de dispersarse (Krugman, 1974).

Referencias específicas sobre la dormición en semillas de pino indican que los mecanismos en las semillas no son claramente comprensibles. Por ejemplo, para superar la dormición en semillas de pino por lo menos cinco diferentes tratamientos pre-germinativos se han recomendado; como, el mojado de semillas en ácido sulfurico, mojado de semillas en agua a temperatura ambiental, mojado de semillas en agua a baja temperatura, almacenamiento frío en arena húmeda ó en turba con musgo, y el quitar la cubierta de la semilla y su membrana.

Entre las conclusiones a que llegó Stone en su investigación en 1957 están las siguientes: La impermeabilidad de la cubierta en las semillas o gases o agua, puede llegar a ser una causa de dormición, los inhibidores de la germinación no son la mayor causa de dormición de Pinus taeda. La impermeabilidad de las cubiertas a el cambio de gases puede reducir la disponibilidad de oxígeno al embrión o puede resultar de una acumulación de productos intermedios formados por la fermentación. Aunque también la cubierta de las semillas limita el acceso de oxígeno en muchas semillas de otras plantas.

Barnett(1972), observó los efectos de las cubiertas de las semillas sobre las tasas de absorción de humedad, respiración y germinación, y en sus resultados indica que las cubiertas de las semillas influyen en la germinación.

El incremento de la velocidad de germinación en la estratificación y el cortado de las cubiertas puede resultar de la facilidad de la semilla a rupturar la cubierta cuando se hinchan. La toma de humedad puede ser directa al nivel de necesidad en la germinación. La respiración parece estar relacionada a la alta toma de humedad y, si las cubiertas restringen la alta asimilación, los niveles de respiración permanecen bajos.

La descripción de los mecanismos de dormición en semillas de Phaseolia tanacetifolia parece aplicarse también al P. taeda. Varios autores atribuyen la dormición al balance entre el mecanismo de restricción por el endospermo y la fuerza de expansión de el embrión. Aunque la estratificación no puede alterar la cubierta de las semillas, los cambios metabólicos se piensa que son efectuados en el embrión y megatofito que incrementa el crecimiento potencial del embrión.

Existen especies cuyas semillas no presentan dormición o tienen dormición bastante reducida, otras por el contrario, demuestran dormición en grado elevado, el beneficiamiento y almacenamiento puede acen-tuar esta dormición que, evidentemente, no puede ser percibida visualmente (Carneiro, 1975).

Como un caso de dormición profunda Stone (1957), menciona que en la germinación de semillas de Pinus lambertiana después de tres meses, solo una poca de semilla sin estratificar germinó a 20°C y ninguna a 5°C, además cuando las cubiertas se desprenden las semillas germinan rápidamente a 20°C pero no a 5°C, y cuando las semillas han estado previamente estratificadas, estas germinan rápidamente a 5°C, independientemente del agua o si la cubierta de la semilla ha sido desprendida, por el contrario un caso de falta de dormición se tiene cuando la germinación sin tratamiento de semillas de Pinus jeffreyi es considerable y satisfactoria.

Barnett (1970), menciona que la dormición relativa que se exige en algunos pinos es probablemente debido a las propiedades físicas o químicas de las semillas.

Los inhibidores de la germinación en semillas son una importante causa de dormición en Birch (Betula pubescens Ebrh, y Betula verrucosa Ebrh.).

La experiencia ha demostrado que efectuándose la siembra en la estación más recomendada (Primavera), para muchas especies, la dormición se ve bastante reducida, y, en muchos casos, esta se anula.

MATERIALES Y METODOS

Los datos de campo de la semilla utilizada (Pinus montezumae Lamb.) fueron obtenidos del laboratorio de semillas del Centro de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias del Distrito Federal (CIFAP-DF), y son los siguientes:

Número de lote: 655

Especie: Pinus montezumae Lamb.

Fecna de recolección: Diciembre de 1978

Localidad: Rancho Nuevo, Mitzintón, Chiapas.

Altitud: 2 250 m. s.n.m. Exposición: N. E.

Latitud norte: 16°43'

Longitud W. de G: 92°33'

Número de semillas por Kg: 41 649

Porcentaje de pureza: 100

Semillas vanas: 18 %

Número de semillas viables por Kg : 32 486

Porcentaje de germinación: 78

Los recipientes usados para siembra fueron botes cilindricos de 12.2 cm de altura y 6.8 cm de diámetro, como primer paso se pintaron con pintura de aceite para impermeabilizarlos. Previamente se lavaron y secaron.

Posteriormente se llenaron 10 botes con tierra negra de monte, ésta tierra se colectó del Ajusco, D.F., cuyas características son las siguientes: Textura franco arenoso, color pardo oscuro en estado seco, y pardo muy oscuro en estado húmedo, pH entre 5.71 y 6.2, con un contenido

de materia orgánica de 3.51 a 14 por ciento, con 0.47 a 0.62 por ciento de Nitrogeno total y la relación C/N de 13.13 a 15.05 y con CICT, en meq/100 de 33.72 a 45.70 (Nieto, 1987); los botes se llenaron hasta una altura de 9.7 cm, para sacar una media, que fue de 289.45 gr. Con esta cantidad se llenaron un total de 72 botes.

Para el cálculo de la densidad máxima de semillas (100 %) se procedió a colocar semillas en botes distintos procurando no dejar huecos entre semilla y semilla, y de ésta se obtuvo una media que se usó como densidad de 100 %, que fue de 242.4 semillas, con base a esta media se colocaron o densidades distintas de siembra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidad de semilla requerida

Densidad de siembra en porcentaje (%)	Cantidad de semillas
5	12.1 = 12
24	58.1 = 58
43	104.2 = 104
62	150.2 = 150
81	196.3 = 196
100	242.4 = 242

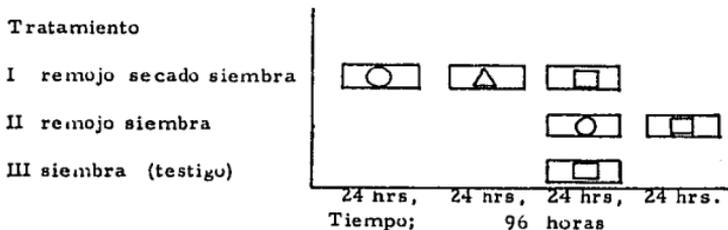
Los tratamientos aplicados estuvieron definidos, por todas las combinaciones posibles entre las densidades mencionadas y la aplicación de remojo por 24 hrs, con y sin secado posterior. Como se incluyó un testigo el número de tratamientos evaluados fue de $6 \times 3 = 18$. De cada uno de los cuales se efectuaron cuatro repeticiones.

Para aplicar el remojo, se colocó cada cantidad de semilla en una bolsita de malla de plástico, que sostiene muy bien la semilla y que deja pasar la humedad, se aseguró cada bolsa con un clip, y se colocaron en un frasco con agua (cada repetición por tratamiento, es decir cada unidad experimental en un frasco). Cada frasco con 16.2 cm de altura, 10 cm de diámetro, y con 9.5 cm de alto con agua.

Para hacer el secado, se puso a escurrir cada bolsita con semillas durante una hora, y se colocaron en un horno a temperatura de 30°C, durante 24 hrs, para proceder con la siembra. La importancia práctica del secado es que facilita la siembra de las semillas, cuando están humedecidas es difícil su manejo ya que tienden a pegarse a cualquier superficie, incluso en las manos y esto dificulta su siembra.

Para evitar diferencias debidas al momento en que se inició la imbibición, el testigo y las semillas remojadas y secadas se sembraron el mismo día en que se inicio el tratamiento de las que se sembraron embebidas (Figura 1). Es decir se trató de que ningún tratamiento tuviese ventaja sobre otro por el momento en que se pone en condiciones que le favorecen para germinar (siembra).

Figura 1 Manera como se efectuaron los eventos de remojo  , secado , y siembra 



La siembra consistió en nivelar la tierra, posteriormente se colocó las semillas de manera que cada una tuviera aproximadamente la misma distancia con las más cercanas, posteriormente se cubrieron con 60 gr de arena y se regó con probeta muy lentamente de manera que no moviera la semilla ni la arena.

La arena se cernió previamente para quitar impurezas, y quedando la arena en partículas que van de un milímetro a 0.420 micras, después se lavó repetidas veces con agua corriente aproximadamente en 10 ocasiones con el fin de quitarle tierra y una que otra partícula de basura que no se desprendió cuando fue cernida.

Los 60 gr de arena, se determinó mediante el peso de la arena sílica requerida para obtener un centímetro de espesor arriba de la tierra contenida en los botes, para calcular el peso de un centímetro se pesaron cinco muestras y se obtuvo la media (60 gr).

Al finalizar la siembra se colocó un termómetro en uno de los botes para medir la temperatura, la mínima fue de 19.3°C la máxima de 23°C y la temperatura promedio de 20.36°C durante el experimento.

La distribución de las unidades siguió un diseño completamente al azar.

Se regó una vez por semana y los conteos se tomaron cada cuatro días (según la fecha los conteos se hicieron algunas veces cada tres días o cada cinco).

El riego se efectuó con una probeta, una manguera de hule flexible, un obstructor de metal y una liga que sujeta la manguera con la probeta,

cada bote se regó con 30 ml de agua, este método de riego con probeta es bueno y práctico ya que evita estar contando individualmente con un recipiente pequeño y graduado la cantidad de agua a aplicar, además que no descubre la semilla.

El riego en ocasiones se efectuó algo espaciado (más de una semana) porque la semilla de Pinus montezumae tiene algunos problemas con enfermedades fungosas, como el mal de semillero ó Damping off.

El Damping off, cuyos generos implicados en esta enfermedad se encuentran Pythium, con las especies P. deborvanum, P. ultimum, y P. irregulare; Rhizoctonia, con R. solani Kuhn de P. montezumae. Del género Fusarium se conocen F. oxysporum, F. solani, F. moniliforme; de Phytophthora, P. cactarum; de Botrytis, B. cinera. Todas especies aisladas de pinos, o en general de coníferas; siendo de ellas más importantes, por ser decisivamente destructivas, las de Rhizoctonia y Pythium.

Respecto a los mecanismos de infección se afirma que la enfermedad algunas veces mata a las plántulas antes de que éstas broten; es decir, que el peligro de infección existe desde el momento en que la semilla germina produciéndose necrosis del hipocotilo y de los cotiledones.

En México se ha intentado controlar esta enfermedad por el uso de ácido sulfúrico, caldo bordelés y solución Cheshunt, teniéndose los resultados más satisfactorios con la última solución mencionada (Gómez y Yañez, 1963).

Evaluaciones.

Se consideró que la germinación había ocurrido cuando las plántulas tuvieran su pequeño tallo completamente erguido. Cada cuarto o

quinto día se contarón las semillas germinadas, para evitar confusiones las plántulas emergidas se arrancaron.

Análisis estadístico.

Debe considerarse que las variables empleadas para evaluar la germinación, son interpretadas de ésta manera (Morales y Camacho, 1985):

DT. Desviación Típica	Funciones de la Uniformidad de Germinación
OC. Oscilación Cuartilar	
PG. Período Germinativo	
DF. Días a Final en que hubo germinación	Funciones de la Velocidad Germinativa
DI. Días en que inicia la germinación	
D95. Días al 95 % de germinación	
D75. Días al 75 %	
D50. Días al 50 %	
D25. Días al 25 %	
DX. Días para obtener la Máxima Media Diaria	
DM. Días Medios	Valores Germinativos
MG. Maguire	
DP. Djavanshir y Pourbeik	
MM. Máxima Media Diaria	
Cz . Czabator	
% . Porcentaje de Germinación.	

Los Valores Germinativos son índices que tratan de resumir con un solo dato numérico tanto el porcentaje de germinación como el tiempo que las semillas tardan en germinar, esto evita la interpretación parcial que se tiene al considerar una sola variable al comparar el efecto de

tratamientos, además de que elimina la subjetividad que se tiene al manejarlas por separado. Por ello los análisis de varianza y pruebas de tukey con $\alpha = 0.05$ se realizaron empleando un valor germinativo.

Una limitante de los valores germinativos es lo abstracto de las cantidades obtenidas, para eliminarla se empleó el método usado por Goodchid y Walker (1971), que consiste en relacionarlas mediante regresión con los porcentajes de germinación. Lo anterior también se realizó con el tiempo de germinación, estimado a los días 95 por ciento, y días medios, calculados de acuerdo con Morales y Camacho (1985).

La elección del valor germinativo, con el que se hicieron los análisis de varianza se fundamentó, en las correlaciones con sus componentes.

Para poder determinar un coeficiente de correlación que describa lo mejor posible la asociación entre dos variables se utilizó el llamado coeficiente de correlación de rango de Sperman " r_s " (Siegel, 1985).

Uno de los puntos importantes de este coeficiente, es sin duda que no supone que la curva que relaciona las variables tiene cierta forma (recta, parábola, etc.).

Este coeficiente es una medida de asociación que requiere que ambas variables sean medidas por lo menos en una escala ordinal, de manera que los objetos o individuos en estudio puedan colocarse en dos series ordenadas.

Resumen del procedimiento:

Estos son los pasos que se usaron para obtener los coeficiente de correlación de rango de Sperman.

1. Se ordenaron las observaciones en la variable X de uno a N y las observaciones en la variable Y de uno a N.
2. Se elaboró la lista de N sujetos, con cada uno de los rangos de los sujetos en la variable X y su rango en la variable Y junto a su anotación.
3. Se determinó el valor de "di" (diferencias) para cada uno de los sujetos, sustrayendo su rango Y de su rango X. Se elevó al cuadrado este valor para determinar las di² de cada sujeto, se sumaron las di² de los N casos.
4. Si la proporción de ligas en las observaciones de X o de Y es grande, se usa la fórmula:

$$rs = \frac{\sum x^2 + \sum y^2 - \sum d^2}{2 \sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

En otros casos se usa la fórmula:

$$rs = 1 - \frac{6 \sum di^2}{N^3 - N}$$

5. Para el nivel de significancia, se pudo probar si el valor observado de rs indicó una asociación entre las variable X y Y en la población. El método para hacerlo depende del tamaño de N.

En el caso en que $N > 10$ (como en este trabajo), la significación de un valor tan grande como el valor de rs, pudo determinarse al calcular la t asociada con ese valor para observar su significación en la tabla t de student.

$$t = rs \sqrt{\frac{N - 2}{1 - rs^2}}$$

La eficiencia de la correlación de rango de Sperman cuando se compara con la correlación paramétrica más poderosa, la r de Pearson, es de cerca de 91 por ciento, es decir, rs tiene una eficiencia del 91 por

ciento con respecto a r para reanazar Ho. Si existe una correlación entre X y Y en esa población (Siegel, 1985).

Para establecer la densidad de siembra óptima, se calculó el índice de eficiencia para cada unidad experimental que es una ponderación del porcentaje de germinación con el porcentaje de plántulas producidas respecto al número de semillas sembradas en una densidad al 100 %, su valor se incrementa tanto con el aumento del porcentaje de germinación como con un mayor número de plántulas producidas por unidad de superficie (Terrazas, 1987).

El índice de eficiencia se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$I.E. = \frac{N}{D} \times X - X \frac{N}{M} \times 10\ 000$$

donde:

M = Máxima cantidad de semillas posibles a sembrar

D = Número de semillas sembradas.

N = Número de semillas germinadas.

Se utilizó como comprobación de que los resultados obtenidos sean realmente confiables, este índice aumentó si a la vez se incrementó el porcentaje de germinación o bien si aumentó el número de semillas germinadas y se redujo el índice si la situación es a la inversa.

Despejando el índice se pudo calcular el número de plantas que emergieron mediante la siguiente fórmula:

$$N.P.E. = \sqrt{0.06 \times I \times d}$$

donde:

N.P.E. = Número de plántulas emergidas

I. = Índice de eficiencia.

d = Porcentaje de la densidad de siembra en enteros.

Para obtener el número aproximado de plantas por metro cuadrado

se aplicó la siguiente fórmula:

$$N \times M^2 = \frac{\sqrt{0.06 I d} \times 10\ 000}{36}$$

donde:

N x M² = Número de plantas por metro cuadrado

I = Índice de eficiencia

d = Porcentaje de la densidad que se haya ocupado en enteros.

Para determinar si las dos variables están asociadas se examinó la hipótesis de nulidad que supone que las dos variables en estudio no están asociadas, mientras que H_1 supone que están asociadas.

La mayor parte de los coeficientes de correlación obtenidos fueron altamente significativos lo cual comprueba que el grado de asociación es elevado (cuadro 2 y 3).

Se observan valores en los que no hubo significancia, como es el caso de porcentaje de germinación con días al 50 %, días a inicio, días al 25 % y días a máxima media diaria, esto puede ser normal si tomamos en cuenta que hay semillas con porcentaje de germinación definido para los cuales los días que tardan para germinar no incrementa o disminuye su específico porcentaje de germinación.

También es de destacar que las diferentes fórmulas del valor germinativo, presentaron correlaciones altas entre ellas y alta significancia. De igual manera, hubo alta significancia con el porcentaje de germinación, los coeficientes superaron el 80 % (cuadro 2).

Los valores germinativos obtuvieron correlaciones medias o aceptables con los días representantes de la velocidad germinativa entre -0.13 y -0.69 %. En el cuadro 2 se observan que las funciones del valor germinativo que mejor correlación presentan con porcentaje de germinación son; primero Djavanshir y Pourbeik y luego Máxima media diaria (MM). Ahora bien, de estas dos variables la Máxima media diaria tiene mejor correlación con Oscilación Cuartilar (OC) siendo esta una medida de la uniformidad de germinación, así mismo presenta buena correlación con días al 95 % representante de la velocidad germinativa siendo ésta la mayor (0.69).

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de rango de Spearman (rs) entre índices germinativos en Pinus montezumae Lamb.

	DT	OC	PG	DF	D1	D95	D75	D50	D25	DX	DM	MG	DP	MM	Cz
r _s	-0.13	-0.25	-0.26	-0.39	-0.14	-0.25	-0.32	-0.16	-0.20	-0.13	-0.31	0.88	0.92	0.88	0.88
Cz	-0.46	-0.38	-0.11	-0.69	-0.55	-0.51	-0.55	-0.40	-0.44	-0.41	-0.56	0.93	0.94	0.94	
MM	-0.35	-0.44	-0.37	-0.54	-0.38	-0.19	-0.58	-0.47	-0.49	-0.47	-0.12	0.97	0.97		
DP	-0.31	-0.35	-0.37	-0.52	-0.34	-0.42	-0.52	-0.44	-0.44	-0.44	-0.59	0.98			
MG	-0.26	-0.34	-0.36	-0.55	-0.46	-0.43	-0.65	-0.50	-0.58	-0.53	-0.67				
DM	0.25	0.41	0.46	0.56	0.68	0.64	0.92	0.92	0.92	0.92	0.61				
DX	0.03	0.36	0.20	0.30	0.71	0.38	0.85	0.46	0.85						
D25	-0.01	0.17	0.25	0.37	0.60	0.42	0.83	0.86							
D50	0.01	0.25	0.26	0.38	0.77	0.45	0.86								
D75	0.31	0.61	0.36	0.48	0.63	0.63									
D95	0.78	0.58	0.66	0.66	0.38										
D1	-0.01	0.13	0.10	0.25											
DF	0.02	0.35	0.65												
PG	0.73	0.30													
OC	0.58														

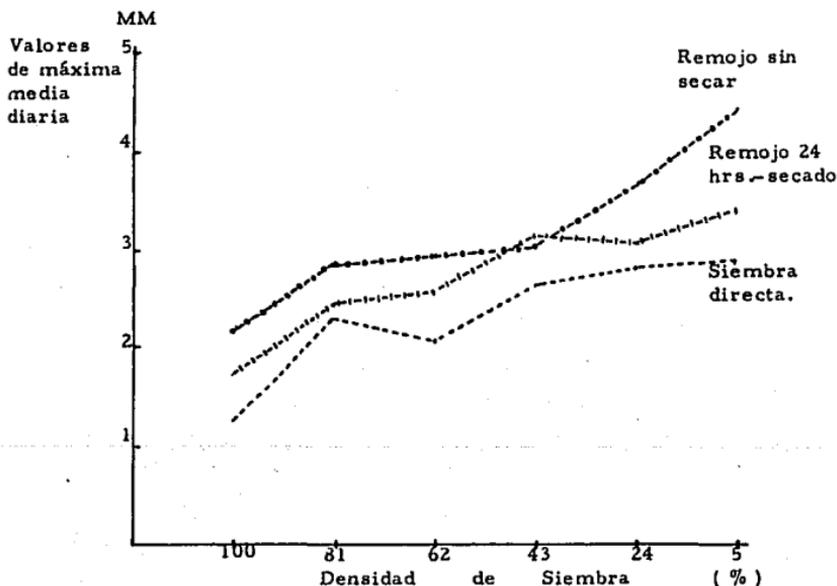
Cuadro 3. Niveles de significancia de coeficientes de correlación de rango de Spearman entre índices germinativos en Pinus montezumae Lamb.

	DT	OC	PG	DF	D1	D95	D75	D50	D25	DX	DM	MG	DP	MM	Cz
r _s	-2.92	-2.16	-2.25	-3.54	-1.16	-2.16	-2.02	-1.35	-1.70	-1.01	-2.72	15.01	51.7	15.5	15.5
Cz	-4.33	-3.43	-6.44	-7.97	-5.50	-4.96	-5.50	-3.05	-4.09	-3.77	-5.05	21.16	23.0	23.0	
MM	-3.12	-4.09	-3.33	-5.36	-3.43	-7.97	-5.95	-4.45	-4.70	-4.45	-6.61	53.38	33.3		
DP	-2.72	-3.12	-3.33	-5.09	-3.02	-3.87	-5.09	-4.09	-4.57	-4.09	-6.11	41.20			
MG	-2.25	-3.02	-3.22	-5.50	-4.33	-3.98	-7.15	-4.83	-5.95	-5.22	-7.55				
DM	2.16	3.76	4.33	5.65	7.75	6.96	19.6	19.6	19.6	11.5					
DX	0.25	3.22	1.70	2.63	8.43	3.43	13.5	14.1	13.5						
D25	-0.25	1.44	2.16	3.33	11.1	3.87	12.4	26.6							
D50	0.08	2.16	2.25	3.43	10.0	4.21	14.1								
D75	2.72	0.44	3.22	4.57	6.78	6.78									
D95	10.4	5.95	7.75	7.35	3.43										
D1	-0.08	1.09	0.84	2.16											
DF	0.61	3.12	13.5												
PG	8.96	2.63													
OC	5.95														

** altamente significativo a nivel alfa de 0.01
 * significativo a nivel alfa de 0.05
 n s no es significativo.

Las líneas de tendencia de la grafica 1, indican efectos interactivos (un factor depende del comportamiento de otro). Los tres tratamientos aumentan su valor al disminuir la densidad de siembra pero remojo sin secar aumenta más que los otros, lo que lleva a un cruzamiento de las líneas; el cual no es importante pues el análisis de varianza no mostró significancia en la interacción de remojos con las densidades (Cuadro 4).

Grafica 1. Líneas de tendencia, tres tratamientos frente a seis densidades de siembra con valores de máxima media diaria.



De acuerdo con la prueba de Tuckey (cuadro 5), realizadas para el factor A, el mejor tratamiento fue el remojo sin secado, porque obtiene los valores significativos más altos; los más bajos fueron de siembra directa, como efecto intermedio se encontró el remojo seguido de secado,

aunque no difirió significativamente de la siembra directa.

La mejor densidad de siembra fue al 5 % (cuadro 5) y la peor 100 % por presentar valores muy bajos quedando en intermedio las otras densidades en el siguiente orden 24, 43, 62 y 81 %.

De acuerdo a la DMH la agrupación de las densidades estuvo en el orden siguiente, estadísticamente las mejores densidades son 5, 24 y 43 % que se agruparon con la letra "a", en nivel intermedio aceptables están las mismas 24, 43, 62 y 81 % que fueron iguales y las agrupó la letra "b", quedando al final 100 % como la peor densidad y asignandosele la letra "c".

Cuadro 5. Prueba de medias para máxima media diaria (MM)

	Densidad (%)						DMH = 0.42	
	100	81	62	43	24	5	\bar{X}	Agrupación
siembra directa.	1.27	2.30	2.08	2.66	2.82	2.90	2.33	b
remojo 24 hrs. secado	1.73	2.46	2.58	3.16	3.10	3.43	2.74	b
remojo sin secado	2.18	2.83	2.93	3.02	3.69	4.48	3.19	a
\bar{X}	1.72	2.55	2.53	2.94	3.20	3.60		
Agrupación	c	b	b	ab	ab	a		
DMH = 0.72								

La letra "a" indica que la media es superior estadísticamente a las otras letras, de acuerdo con T a un alfa = 0.05 .

La F de tablas de las regresiones (cuadro 6), demostró un nivel alto de significancia en alfa = 0.01, lo que sin duda indica un buen ajuste y que

los coeficientes de correlación lineal obtenidos en este cuadro fueron cercanos a los coeficientes de correlación de rango, menos en D95 (esto autoriza a usar las ecuaciones lineales).

Cuadro 6. Ecuaciones de regresión de máxima media diaria (MM) con porcentaje de germinación, D95, DM y OC.

				0.05	0.01
MM %	% = 20.78 + 15.96 MM	F = 403.69	4.00	7.08	
	C,C. = 0.92 C,V. = 0.09		*	**	
MM D95	D95 = 33.77 - 1.99 MM	F = 7.65	4.00	7.08	
	C,C. = 0.31 C,V. = 0.019		*	**	
MM DM	DM = 21.94 - 1.77 MM	F = 47.78	4.00	7.08	
	C,C. = 0.64 C,V. = 0.11		*	**	
MM OC	OC = 3.33 - 0.23 MM	F = 4.34	4.00	7.08	
	C,C. = 0.24 C,V. = 0.32		*	ns	

* significativo a nivel alfa = 0.05

** altamente significativo a nivel alfa = 0.01

ns = no hay significancia estadística.

De acuerdo con las ecuaciones calculadas (cuadro 6), y redondeando los coeficientes a enteros (cuadro 5), se obtuvo que:

- El porcentaje de germinación se estima multiplicando MM por 16 y sumando el resultado a 21.
- Los días al 95 % se calcula multiplicando MM por 2 y restar el resultado a 34.
- De igual manera para calcular los días medios se multiplica el valor de

MM por 2 y el resultado se resta a 22.

D) Finalmente para calcular la uniformidad de germinación se emplea la oscilación cuartilar (OC) y se hace multiplicando el valor de MM (cuadro 5) por 0.2 y restarlo a 3.

Esto permite hacer el análisis únicamente con base en el índice, sin olvidar el valor práctico de las diferencias encontradas.

Respecto al índice de eficiencia, las densidades presentaron una respuesta altamente significativa, lo que quiere decir que el número de semillas germinadas tuvo relación inversa a la densidad, los remojos simplemente no mostraron significancia, ni la interacción de densidades con remojos (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza obtenido de los índices de eficiencia calculados.

F V	G L	S C	C M	F	
Total	71	93658453.97			
Tratamientos	17	64060444.42	3768261.44	6.37	**
Remojos	2	1278230.36	639115.18	1.17	n s
Densidades	5	60194558.28	12038911.66	21.96	**
Interacción	10	2587655.79	258765.58	0.48	n s
Error	54	29598009.54	548111.29		

C. V. = 38.60

** altamente significativo a nivel alfa = 0.01

n s no hay significancia.

En el cuadro 8 se tiene que con las densidades 81 y 62 %, se alcanzaron los mejores resultados de acuerdo con la prueba de tuckey.

Cuadro 8. Pruebas de medias para índices de eficiencia.

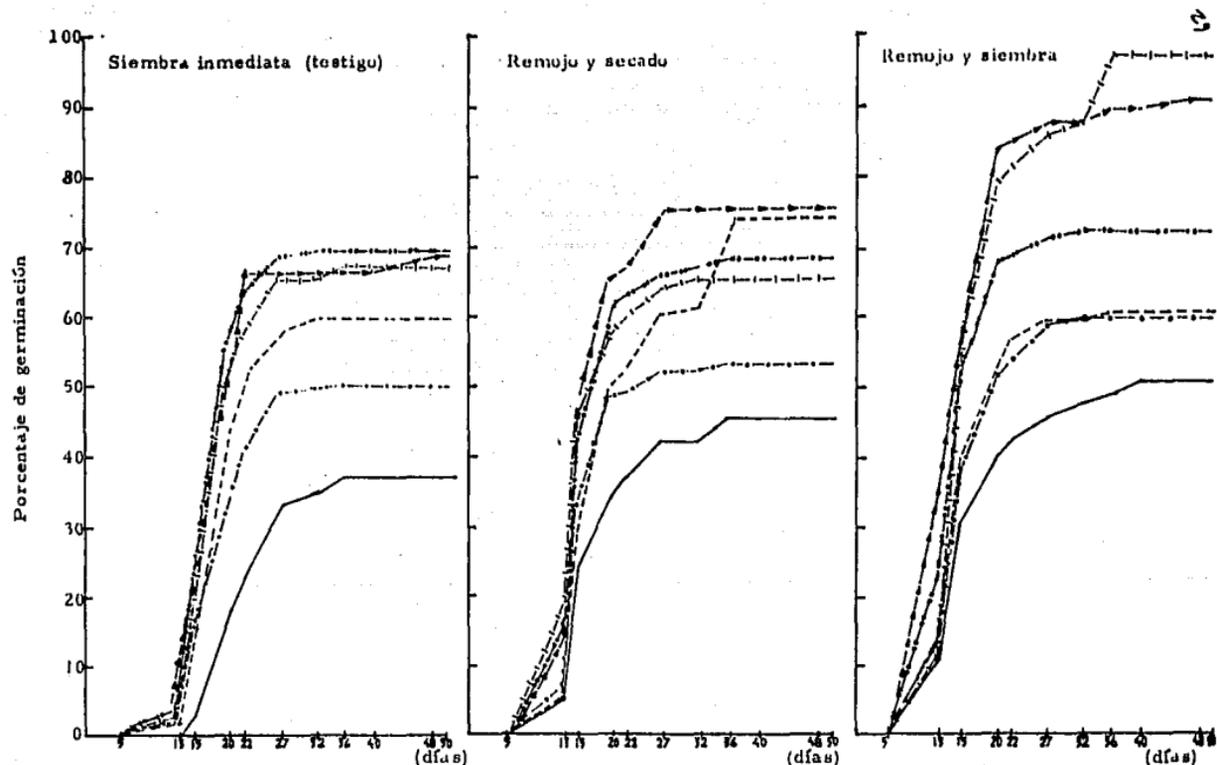
	100	Densidades					\bar{X}	Agrupación
		81	62	43	24	5		
Siembra								
directa	1581.85	3161.6	2094.0	2248	1189	240	1752.54	a
Remojo 24								
nrs.-secado	2225	3254	2464	2109	1185	295	1922.14	a
Remojo								
sin secado	2796	3107	2693	2164	1295	418	2078.83	a
\bar{X}	2201	3174	2417	2174	1223	318		
Agrupación	b	a	ab	b	c	d		
DMH = 889.07								

Las figuras de la grafica No. 2 se elaboraron mediante los datos obtenidos durante un período de 50 días desde la siembra, y de acuerdo a éstas se apreció lo siguiente:

Las más bajas densidades mostraron en cada tratamiento la mejor respuesta con los más altos porcentajes de germinación.

La diferencia entre el tratamiento de menor resultado (remojo-siembra) y el testigo (siembra directa) es considerable, en el testigo la menor densidad (12 semillas) se aproxima al 70 % de germinación, mientras que en el tratamiento de remojo rebasa el 90 % (remojo-siembra).

Siempre la más alta densidad dió la menor respuesta en cada tratamiento y aún así, su porcentaje de germinación se vió favorecido con el remojo.



Grafica 2. Efecto del remojo y la densidad de siembra sobre la emergencia en semillas de *Pinus montezumae* Lamb. (semillas en un círculo de 6.8 cm de diámetro y densidades de: 242 sems. — 190 sems. - - - - - 150 sems. - · - · - · 104 sems. - - - - - 58 sems. - - - - - y 12 sems. - - - - -).

DISCUSION

En los semilleros de México se siembra procurando tener una densidad de siembra fuerte, o sea, que queda un pequenísimos espacio entre las semillas, esto hace que la cantidad de semillas utilizadas sea alta y se desperdicien en número considerable. El que las más altas densidades de siembra tengan un porcentaje menor de semillas germinadas, puede ser atribuido a la competencia por agua, oxígeno y aún del espacio mínimo para germinar, además, del efecto de los inhibidores.

Para determinar cual de los factores antes mencionados fue el que influyó, hay que analizar el efecto del remojo. Este tratamiento tiene tres finalidades:

1. Lixiviar las sustancias inhibidoras.
2. Fomentar la imbibición de semillas, lo que hace que comiencen anticipadamente los procesos bioquímicos de la germinación.
3. Eliminar la competencia inicial por agua.

Los dos últimos puntos solo se cumplen si se siembran semillas embebidas, al aplicar el secado, se contrarresta los efectos de la imbibición de las semillas; entonces cuando esto sucede solo hay lixiviación de sustancias inhibidoras.

A manera de resumen se tiene que:

Remojo estimula		lixiviación de sustancias inhibidoras
		imbibición de semillas.

Remojo + secado estimula		lixiviación
		no elimina competencia inicial por agua.
Remojo sin secado estimula		lixiviación
		imbibición

Al analizar el valor germinativo se encontró que el remojo siempre obtuvo las cantidades más altas que el testigo para todas las densidades, ésto no puede atribuirse al ablandamiento de las cubiertas, sino más bien a que se estimula la germinación debido a la imbibición.

De manera similar con la aplicación de remojos sin secar, se obtuvieron resultados estadísticamente superiores que al nacer la siembra directa sin tratamiento, o al hacerla con semillas remojadas y secadas; en términos prácticos se obtiene alrededor de un 15 % más de germinación, en dos días menos que sin tratamiento.

Esto indica que en la inhibición interviene fuertemente la competencia por agua, además de inhibidores que pudieran estar presentes.

Para aclarar más lo anterior y tener resultados satisfactorios del 100 % de germinación, es conveniente que se efectúen trabajos en los cuales los períodos de remojo se incrementen lo suficiente para seguir facilitando la germinación.

Como aún en las semillas sembradas embebidas, se manifestó la reducción de la calidad germinativa, debido al aumento en la densidad de siembra, no hay que descartar la competencia por oxígeno, como factor limitante.

En cuanto al espacio, en este trabajo se pudo notar como en las densidades altas, las semillas que van germinando descubren a las no germinadas

lo cual hace que no germinen por falta de sustrato húmedo que les proporcione agua. Cuando algunas semillas descubiertas por este medio llegan a emitir radícula, esta no desarrolla y tiende a secarse, tanto por la falta de agua como por la imposibilidad de anclarse.

La acción de remojos y densidades no tuvo efectos interactivos, porque la acción de uno no influye en la acción del otro, esto quiere decir que mediante el uso de remojos o densidades se puede disminuir el período de tiempo para que haya germinación, y se incrementa el porcentaje.

Resulta convincente que para tener un número adecuado de plantas se necesita un buen porcentaje de germinación y sí para lograr esto es útil una práctica tan sencilla como el remojo, tendríamos quizá plantas suficientes para reforestar una cantidad considerable de terreno y aumentar de ésta manera el recurso forestal que graves daños a sufrido por alguna u otra razón.

Uno de los resultados importantes es sin duda el hecho de que los días medios de germinación e incluso el período de germinación disminuye al remojar las semillas o bien al reducir la densidad de siembra, es importante porque se logra obtener una cantidad suficiente de plantas en tiempo corto, lo que podría evitar daños en los semilleros por granizadas u otras condiciones atmosféricas perjudiciales para las plántulas.

En cuanto al uso de los valores germinativos, la utilidad práctica de los resultados obtenidos es de que permitió analizar la germinación mediante un valor que representa los efectos de uno o de otro tratamiento, sin la necesidad de analizar varios cuadros por separado que harían más conflictivo la interpretación de los datos. El poder entender que tratamiento es el

mejor o que densidad es la óptima, es posible mediante el valor germinativo de máxima media diaria (MM) y las ecuaciones que estiman el porcentaje de germinación y el tiempo a la germinación.

Como ejemplo de lo anterior se puede calcular el porcentaje de germinación a partir de la MM. Para la densidad del 100 % en el tratamiento de remojo sin secado; MM es aproximadamente dos y se substituyó en la fórmula antes citada de $\% = 21 + 16(2)$ (Cuadro 6) se obtiene un 53 % de germinación.

Tomando el valor germinativo a una densidad de 5 % en el tratamiento de remojo sin secado que redondeado es aproximadamente cuatro, se substituye en la misma fórmula de $\% = 21 + 16(4)$ obteniendo un 85 % de germinación.

Comparados estos dos resultados se tiene que presenta mejor germinación el tratamiento de remojo sin secado al 5 % que el mismo tratamiento pero con densidad más alta.

El tiempo a la germinación se reduce y esto se apreció con los cálculos siguientes:

Se tomó del cuadro 5 el valor germinativo, que para remojo sin secado a una densidad de 100 % redondeado es dos, del mismo tratamiento con densidad al 5 % el valor redondeado es cuatro, substituyendolos en la ecuación de regresión de DM (Días medios a la germinación) del cuadro 6, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$DM = 22 - 2(2) = 18$$

al 100 %

$$DM = 22 - 2(4) = 14$$

al 5 %

Mediante estos resultados se notó que en la densidad al 5 % con remojo

sin secado los días medios de germinación son 14, menos que en la densidad al 100 %, siendo ésta 18.

Lo anterior demuestra que las regresiones son significativas, es decir, que se puede conocer el porcentaje de germinación y el tiempo a la germinación con base a los valores obtenidos de MM. Esto revela un incremento de $85 - 53 = 32\%$ y de $18 - 14 = 4$ días, lo cual indica el importante valor práctico que tuvo la disminución de la densidad de siembra.

Por otro lado cuando los coeficientes de variación son altos se menciona que las desiciones estan influidas por un error de estimación grande, pero en este caso son coeficientes de variación bajos por lo que son aceptables (cuadro 6).

Un punto importante es que a pesar del incremento del porcentaje de germinación que se tiene, el número de plantas se reduce pues se siembran menos semillas en densidades bajas, pero con altas densidades a pesar de tener un poco más de plantas hay un desperdicio de semillas por tener el porcentaje de germinación reducido.

Como un bajo porcentaje de germinación implica un desperdicio de semilla, una densidad de siembra escasa y una baja producción de plantas, se requirió una solución entre ambos extremos utilizando el índice de eficiencia.

Usando los valores de índice de eficiencia (cuadro 8) se obtiene que para el tratamiento de remojo sin secado el número de plantas emergidas por metro cuadrado:

$$N \times M^2 = \frac{\sqrt{0.06 \times 3\,107 \times 81} \cdot 10\,000}{36} = 34\,133 \text{ plantas para una densidad de } 81\%$$

$$N \times M^2 = \frac{\sqrt{0.06 \times 2\,796 \times 100} \cdot 10\,000}{30} = 35\,978 \text{ plantas para una densidad de } 100\%$$

Con lo anterior se obtiene un 5 % menos de plantas (1 845) en la densidad de 81 % pero sin emplear un 19 % más de semilla, es decir, en densidades del 100 % se obtuvo un poco más de plantas que solo sobresaturan la población de un metro cuadrado de semillero, ocasionando alta competencia por espacio y sobre todo desperdiciando semilla.

Así, para la densidad del 81 % se obtuvieron una cantidad suficiente de plantas, con una población que permite buen desarrollo de todas, donde se aprovecha optimamente el espacio y donde se evita desperdiciar 19 % de semilla, que en un metro cuadrado corresponde a ahorrar una cantidad ya considerable.

Así mismo se pudo detectar que la cantidad de plantas se incrementó, conforme el número de semillas depositadas aumentó (cuadro 8) esto obviamente no implicó que el porcentaje de germinación fuera mayor.

De acuerdo al índice de eficiencia las mejores densidades de siembra para una determinada superficie de semillero son al 81 y 62 por ciento.

CONCLUSIONES

- A) En cuanto a la germinación la mejor densidad de siembra para semillas de Pinus montezumae Lamb, es al 5 % y la peor es al 100 %.
- B) El mejor tratamiento es el remojo sin secado porque presenta los valores más altos. Esto indica que en la inhibición puede intervenir también competencia por agua, además, de los inhibidores que pudieran estar presentes.
- C) La acción de remojos y densidades no tienen efectos interactivos, porque la acción de uno no influye en la acción del otro.
- D) El remojo sin secar siempre obtiene los valores más altos que el testigo para todas las densidades.
- E) El porcentaje de germinación se incrementa por el efecto del remojo sin secado y por la baja densidad de siembra.
- F) De acuerdo al índice de eficiencia las mejores densidades de siembra para una determinada superficie de semillero son al 81 y 62 %.
- G) Mediante los valores germinativos se pudo encontrar de manera práctica que los remojos sin secado y las bajas densidades incrementan el porcentaje de germinación.
- H) Las altas densidades de siembra hacen que se desperdicie un considerable número de semillas por el bajo porcentaje de germinación.
- I) Las bajas densidades conyevan a un desperdicio de semillero por producir pocas plantas.
- J) Es necesario el uso de un tratamiento o de una densidad como las antes propuestas para aumentar la cantidad de semillas germinadas, y/o disminuir el tiempo a la germinación.

BIBLIOGRAFIA

- Barnett J. P. 1970. Germination Inhibitors Unimportant in Dormancy of Southern Pine Seeds. U.S. Forest Service Research Note, U.S.A. Southern Forest Experiment Station T 10210. P.p. 4
- Barnett J. P. 1971. Aerated Water Soaks Stimulate Germination of Southern Pine Seeds. Southern Forest Experiment Station. USA. P.p. 50-67.
- Barnett J. P. 1972. Seedcoat Influences Dormancy of Loblolly Pine Seeds. Southern Forest Experiment Station, States Department of Agriculture Forest Service, Volume 2, Number 1, P.p. 7 - 10.
- Caballero D. M. 1967. Estudio Comparativo de dos especies de pinos Mexicanos (Pinus pseudostrobus Lindl y P. montezumae Lamb) en base en las características de plántula y semilla. Boletín técnico núm, 20, I.N.I.F. México, P.p. 34
- Camacho M. F. 1986. Inhibición germinativa en siembras densas de Schinus mole L. en semillero. Resúmenes del XI congreso nacional de Fito-genética, SOMEFI, México P.p. 253.
- Camacho M. F. 1987. Dormición de semillas, aspectos generales y tratamientos para eliminarla, Universidad Autónoma-Chapingo, Departamento de enseñanza e investigación y servicio en Fitotecnia, Tesis Profesional, México. P.p. 17-19.
- Carneiro A. J. G. 1975. Methodos para Quebra da Dormancia em Sementes. Rev. Floresta Vol 6, Núm. 1 P.p. 24 -30.
- Eguiluz P. T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de enseñanza Investigación y Servicio en Bosques, Tesis

- profesional, México, P.p. 1, 2, 13, 14, 307 - 333
- Eguiluz P. T. 1984, Conservación de las gimnospermas mexicanas: Un problema controversial. Rev. Dasonomía Mexicana, Vol. 2 Núm. 4, P.p. 17 - 31.
- Eguiluz P. T. 1985. Origen y evolución del género Pinus (conferencia especial de los pinos mexicanos). Rev. Dasonomía Mexicana, Vol. 3 Número 6, P.p. 5 - 31.
- Grijpma Ir. P. 1982. Producción forestal, Ed. Trillas, Méx. P.p. 59
- Goodchild N. A., M. G. Walker 1971. A method of Measuring germination in physiological studies . Ann, of Bot. 35, P.p. 615 - 621.
- Gómez N. Ma. del S. y Yañez M. O. 1963, Damping off en Pinus montezumae Lamb. y su combate. S.A.R.H. Boletín tecnico No. 7, P.p. 6-8.
- Krugman S. L., Krugman S. L. and Jenkinson J. L. 1974. Pinus L. Pine, en Schopmeyer C.S. (Ed.) U.S. dea Forest Service Agriculture Handbook Number 450 U.S.A. P.p. 624 - 639.
- Martínez M. 1963. Las Pináceas Mexicanas. Ed, Botas Méx. D. F. P.p. 210.
- Martínez Ma. A. 1985. Germinación, sobrevivencia y desarrollo en diferentes épocas de siembra en semillero, en seis especies de Pinus de los altos de Chiapas. U.N.A.M. Fac. de ciencias, tesis profesional México. P.p. 29, 32, 36 y 39.
- Morales V. G., Camacho M. F. 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación. S.A.R.H. Pub. especial No. 48, Méx. P.p. 123-138.
- Musalem M. A. 1985. Efecto de la intensidad de la luz en la germinación, desarrollo y sobrevivencia de plántulas de Pinus montezumae Lamb. Rev. Dasonomía mexicana, vol. 3 Núm. 5 P.p. 25-34.

- Nieto de P.P. Ma. C. del C. 1987. Análisis estructural de las comunidades forestales de la sierra del ajusco, México. U.N.A.M. Fac. de Ciencias, tesis de maestría en ciencias, P.p. 51 - 57.
- Padilla M. S. 1983. Manual del viverista. Edit. Centro de Investigaciones y capacitación forestal CICAFOR. Cajamarca, Perú. P.p. 16 - 18.
- Patino V. F. 1973. Flowering, fruting, cone collection and some aspects from Seeds of the Mexican Pines. International Symposium on Seed Processing Bergen, Norway. P.p. 15 - 17.
- Pimentel B. L. 1971. Viveros, semilleros portatiles y el transporte anticipado. Rev. Bosques, Vol VIII, Núm. 3, P.p. 4 - 26.
- Ramírez O. G. y Camacho M. F. 1987. Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. Rev. Biología, Vol. 16. Núm. 1 al 4, P.p. 37-42.
- Rosales M. P. y Camacho M. F. 1986. Problemas en la reproducción de plantas que pueden colonizar suelos degradados en Naucalpan; Edo. de Méx. Memorias del Simposium Internacional sobre áreas protegidas en México. U.N.A.M. SEDUE-CONACYT. P.p. 18.
- Sanchez S. O. 1980. La flora del valle de México, ed. Herrero P.p. 17.
- Siegel Sidney 1985. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias. Consejo Nacional para la Enseñanza e Investigación en Psicología México. P.p. 233 - 245.
- Stone C. E. 1957. The Seed Dormancy Mechanism in Pine. A Simposium Held at the Harvard Forest, Moors Cabot Fundation, Ronald Press. U.S.A. P.p. 611 - 628.

- Terrazas P. D. 1987. Determinación de la densidad óptima de siembra en semilleros para Pirú (Schinus molle L.). Tesis profesional. Ing. Agrícola, Fac. Est. Sup. Cuautitlán U.N.A.M. Méx. P.p. 05.
- Villagomez A. Y; Villaseñor R.R; Salinas M. J. R. 1979. Lineamiento para el funcionamiento de un laboratorio de semillas. I.N.I.F. México. Boletín divulgatorio No. 48. P.p. 5 y 6
- Zavala Z. R. 1971. Cuatro ensayos de técnicas de viveros con algunas especies de Pino. Escuela Nacional de Agricultura-Chapingo, México. Tesis profesional P.p. 3-9, 46-49, 01-62, 65 y 66 .

ANEXO

TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS

Otro aspecto por estudiar, en las semillas con dormición son los tratamientos que deben aplicarse con el fin de propagar por semilla especies de gran importancia económica (Ramírez y Camacho, 1967).

El método o tratamiento empleado para evitar la dormición difiere considerablemente entre especies, también dentro de una misma especie. En muchas especies la dormición puede ser evitada con cierta facilidad con cualquier método y, en otras, hay exigencia de tratamientos específicos y, en casos extremos, parece incapaz de ser evitada.

Fallas cometidas por el uso de determinado método pueden frecuentemente ocasionar daños o matar a un lote de semillas. Algunas tentativas para estimular la germinación han ocasionado la pérdida total de las semillas tratadas.

En el trabajo que presenta Carneiro en 1975, describe los tratamientos comúnmente usados para evitar la dormición en semillas forestales, se analiza uno por uno y en muchos casos, compara algunos métodos.

Los métodos descritos son:

- 1) Estratificación fría y tratamiento húmedo.
- 2) Imbibición en agua fría.
- 3) Imbibición en agua caliente.
- 4) Imbibición en productos químicos.
- 5) Escarificación.
- 6) También menciona algo de los efectos de irradiación infra-roja sobre

la germinación de las semillas.

1) Estratificación fría

Las semillas son puestas en cámaras frigoríficas, a temperatura que puede ir de 1°C a 5°C, humedecidas en agua y nunca a bajo de 0°C.

Las semillas así mismo tratadas permanecen en una cámara por un período variable. La humedad debe ser siempre mantenida, a fin de que las semillas puedan de forma continua, estar absorbiendo agua. Usualmente las semillas son intercaladas en material que conserva humedad como arena, vermiculita, etc.

Idéntico efecto tenemos si este material, también humedecido está completamente mezclado con semillas, pero en este caso una desventaja y posterior trabajo es el separar estas, con el material. Sería conveniente para esto usar material de fácil separación. Siendo una finalidad también del material el posibilitar espacios entre semillas, de modo que garantice el oxígeno. El volumen del material debe ser tres veces mayor que las semillas. Si una cámara frigorífica donde se colocan las semillas está seca, esto es, con baja humedad relativa, puede reducir la temperatura de la semilla y del material bajo cero causando una formación de cristales de hielo.

Precauciones que deben ser tomadas: El uso de recipientes tapados (cerrados herméticamente) y la temperatura de la cámara debe ser por lo menos de 3°C. Carneiro (1975), aconseja que es conveniente independientemente de la cámara, colocar un paño húmedo sobre las semillas tratadas.

La duración del tratamiento como se dijo es variable. Carneiro (1975) señala que la estratificación de semillas en muchos casos ha reducido la germinación en campo.

También se usa material más simple, colocando las semillas humedecidas en bolsas de polietileno y colocadas en una cámara, a temperatura de 1ª 3°C, por un período de 15 a 45 días.

Barnett (1971) menciona que la estratificación ha sido el tratamiento más común para superar la dormición en semillas de pino desde 1982 cuando se reportó por primera vez que apresura la germinación. Aunque en recientes años al humedecer la semilla se ha usado en la estratificación bolsas de polietileno con capas alternantes de turba musgosa. La estratificación requiere considerable labor y esmero.

Krugman (1974), menciona que la estratificación es llevada a cabo por un primer período de remojo de las semillas en agua por uno o dos días y después colocadas en un medio húmedo o en un saco de plástico y tenerlos a una temperatura entre cero y cinco grados centígrados por un período específico de tiempo.

Algunas semillas pueden exhibir extrema dormición, para estas se requiere más de 50 días de estratificación. La dormición puede deberse a factores fisiológicos o físicos. Un pre-tratamiento puede ser necesario para vencer un bloqueo fisiológico del embrión, por ejemplo Pinus-lambertiana, o por efecto de un cambio fisiológico en la cubierta de la semilla que la hace impermeable al agua, por ejemplo P. sabiniana. La dormición puede ser también más compleja, un embrión anatómicamente inmaduro junto

con la impedencia fisiológica puede ocasionar una cubierta impermeable como en P. cembra.

Semillas de P. cembra, P. korjansis, P. parviflora, y P. sibirica, son susceptibles de tener embriones inmaduros al momento de la colecta. La germinación se ha incrementado por colocar las semillas en un medio húmedo caliente por algunos meses más (Krugman, 1974).

Stone (1957) hace patente lo siguiente:

El método más usado para incrementar la germinación en semillas con más frecuencia es el tratamiento a bajas temperaturas con almacenamiento húmedo y referido como estratificación. Durante éste pre-tratamiento en particular, aparentemente hay cambios químicos que ocurren en la semilla, y continúan después cuando la semilla germina. Por ejemplo, Ecker son, citado por Stone (1957) menciona que durante la estratificación de Craetaegus mollis las grasas disminuyen mientras que se incrementa progresivamente el azúcar, ácidos, actividad catalizadora y capacidad de contenido de agua. Similares resultados son reportados para semillas de Juniperus virginiana, J. communis y J. prostrata, se ha mencionado que las grasas y proteínas disminuyen mientras que azúcares, aminoácidos, iones hidrógeno, actividad catalizadora y respiración se incrementa durante la estratificación.

En otro aspecto, se menciona pequeños cambios en el carácter del alimento de reserva en semillas de Pinus strobus durante la estratificación. Solo una leve reducción de azúcares, aminoácidos, y nitrógeno soluble fue notado. De esto se ha concluido que los tratamientos con bajas temperaturas facilitan una rápida movilización de las reservas durante la germinación

y que las bajas temperaturas (frías) efectivamente estimulan el plasma o lo mantiene en equilibrio por lo que otorga un impulso en el crecimiento.

El mayor cambio, Mirov citado por Stone (1957) lo detectó en la estratificación de semillas de Pinus lambertiana y fue un incremento de auxinas en el endospermo durante la estratificación.

La estratificación es requerida para algunas, pero no para todas las especies de pino para obtener una germinación satisfactoria. Stone (1957) lista 13 especies nativas de pino que no requieren estratificación. Sin embargo, cuando semillas de muchas de estas 13 especies son estratificadas germinan más rápido y con tiempo más uniforme que cuando no son estratificadas.

2) Imbibición en agua caliente

Usualmente se ha empleado éste método para semillas de cubierta dura como: Bracatinga, Flamboyant, Acácia etc, evidentemente se puede emplear tal proceso para tipos de semillas como Araucarea angustifolia.

El volumen de agua debe ser aproximadamente cuatro a cinco veces mayor que las semillas.

Las semillas son puestas en contacto con agua caliente, variando la temperatura de 76.5° a 100°C, teniendo cuidado previo de retirar primeramente del fuego, las semillas permanecen así mismo por período variable.

Se recomienda 12 horas, o el tiempo necesario para que el agua vuelva a la temperatura ambiente. El experimento efectuado con semillas de Bracatinga demuestra el estudio de comparación de eficiencia entre tratamiento con agua caliente y fría, con significativa ventaja para el primero (Carneiro, 1975).

3) Tratamiento con productos químicos

Sumergir las semillas en productos químicos presenta muchas veces como resultado, un aumento en la energía germinativa, el tratamiento químico ha sido usado, entre otras semillas para especies de Pinus larix, Cupressus y Sequoia.

Algunos de los productos más comúnmente empleados son; ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), tiurea, etc. El ácido sulfúrico normalmente utilizado es de 95 % de pureza, el período de sumergido es variable, usualmente de 15 a 60 minutos. Durante el tratamiento las semillas pueden ser levemente agitadas.

La temperatura debe oscilar entre 15.5° a 26.5°C, o temperaturas un poco menores, se debe aumentar el período de imbibición y viceversa, se debe también lavar con agua después del tratamiento de las semillas para remover el residuo de ácido. Una de las ventajas del tratamiento con ácido es que las semillas tratadas, pueden estar menos sujetas al ataque de organismos patógenos. El operador debe tomar las precauciones necesarias, pues el ácido es peligroso.

El ácido giberélico ha demostrado ser un óptimo tratamiento para semillas de Salvia sonoriensis, cuando se emplea en la imbibición de semillas la concentración es de 500 ppm, por cuatro horas. Menores períodos de imbibición se muestran satisfactorios para semillas que son sembradas inmediatamente y sobre condiciones favorables de germinación (Carneiro, 1975).

4) Tratamiento mecánico con abrasivos escarificación

Este método es conocido como escarificación de semillas. Debe ser aplicado a especies cuyas semillas presentan cubierta con cierta rigidez.

Son limitadas las justificaciones para este tipo de tratamiento para semillas de pino e incluso puede ser más perjudicial que benéfico.

La finalidad de aumentar la permeabilidad de la cubierta es para crear condiciones para mayor o más rápida absorción de humedad. También se usa éste método con semillas de Juniperus sp.

Usualmente se utiliza arena gruesa para emplearla como método mecánico, en tambores giratorios a diferentes velocidades de operación y tiempo de duración. El tratamiento varía entre especies y entre lotes.

También es frecuente aparte de la escarificación, usar otro método, en el mismo lote, como la estratificación.

Las semillas escarificadas son muchas veces, susceptibles a daños por organismos patógenos.

5) Tratamiento por radiación.

Una iluminación infra-roja ejerce influencia sobre la germinación. Semillas de Pinus monticola responden significativamente a esta inducción germinativa.

La duración en la exposición luminosa varía con límites estrictos, entre lotes de cada especie. Una duración prolongada de luminosidad puede causar un debilitamiento en las semillas (Carneiro, 1975).

6) Imbibición en agua fría.

Normalmente el agua utilizada está a temperatura ambiente, permaneciendo cerca de 24 horas. El período de imbibición varía en conformidad con una permeabilidad de la cubierta de la semilla.

En Pinus elliotti Carneiro (1975) encontró que un remojo de semillas durante siete días aproximadamente a una temperatura de 20°C, obtuvo un porcentaje de germinación del 100 %, pero al aumentar el tiempo de remojo (hasta 30 días) el porcentaje de germinación disminuyó hasta 33 % más o menos.

Barnett (1971) encontró que el remojo de Pinus taeda L, P. elliotti, P. echinata Mill, sus semillas en agua con continua aereación a 6°C, aumenta la velocidad de germinación con la estratificación en bolsas de polietileno, el remojo a 17°C estimula la germinación más que el remojo en frío y en menos tiempo, aunque las semillas con dormición de P. taeda pueden ser mojadas a bajas temperaturas por aproximadamente cinco meses sin dañarla, períodos arriba de 60 días son usualmente suficientes. Con semillas de menor dormición y mayor temperatura en el mojado, los períodos se acortan de dos a tres semanas y puede ser necesario para prevenir la germinación en el agua o inducir una dormición secundaria. El agua al ser aereada continuamente mantiene el contenido de oxígeno próximo a saturación.

Muchos encargados de semilleros pueden darse cuenta que el remojo de semillas en frío, y la aereación del agua es lo más conveniente, grandes lotes pueden ser tratados con este método, este método supera la dormición de semillas como Pinus elliotti, P. taeda L, y P. echinata Mill (Barnett, 1971).