

27
261



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

DETERMINACION DE FORMULAS SIMPLIFICADAS
PARA CALCULAR LA NECESIDAD DE SEMILLA PARA
LA SIEMBRA DE Pinus cooperi Blanco, Pinus
montezumae Lamb y Pinus patula Schiede.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

ERENDIRA LOPEZ GOMEZ TAGLE



DIRECTOR DE TESIS,

Q.B. Lilian Morfin Loyden

I.A. Francisco Camacho Morfin

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1980

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.

I N D I C E

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVOS.....	4
HIPOTESIS	5
ANTECEDENTES.....	6
-Estimación de la emergencia a partir de los índices obtenidos en laboratorio.....	8
-Obtención de ecuaciones simplificadas para estimar la emergencia.....	11
-Determinación de necesidades de semilla pa- ra siembra.....	13
-Factores que se consideran en la estimación de la emergencia o supervivencia.....	18
MATERIALES Y METODOS	21
RESULTADOS	32
DISCUSION	40
CONCLUSIONES	43
ANEXO I	45
ANEXO II	56
ANEXO III	57
BIBLIOGRAFIA	59

INDICE DE CUADROS

Página

<p>CUADRO 1. Procedencia y fechas de colecta de lotes de semillas de <u>Pinus cooperi</u> Blanco, <u>Pinus montezumae</u> Lamb y <u>Pinus patula</u> Schiede (Registros del CIFAP-D.F.).....</p>	21
<p>CUADRO 2. Características del suelo utilizado para la siembra de <u>Pinus cooperi</u>, <u>Pinus montezumae</u> y <u>Pinus patula</u> (Laboratorio de suelos CIFAP-D.F.).....</p>	24
<p>CUADRO 3. Temperaturas registradas a lo largo del almácigo en el CIFAP-D.F.....</p>	32
<p>CUADRO 4. Análisis de Varianza de la emergencia en almácigo de <u>Pinus cooperi</u>, <u>Pinus montezumae</u> y <u>Pinus patula</u>.....</p>	32
<p>CUADRO 5. Porcentaje de germinación en laboratorio y en campo de <u>Pinus cooperi</u>.....</p>	33
<p>CUADRO 6. Porcentaje de germinación en laboratorio y en campo de <u>Pinus montezumae</u>....</p>	34
<p>CUADRO 7. Porcentaje de germinación en laboratorio y en campo de <u>Pinus patula</u>.....</p>	34

CUADRO 8. Determinación del nivel de significancia de la regresión y pruebas de hipótesis de las ecuaciones para estimar la emergencia de <u>Pinus cooperi</u> B., <u>Pinus montezumae</u> L. y <u>Pinus patula</u> Sch.....	35
CUADRO 9. Evaluación de tres modelos matemáticos para estimar la emergencia en <u>Pinus cooperi</u> B., <u>Pinus montezumae</u> L. y <u>Pinus patula</u> Sch.....	36
CUADRO 10. Comparación de los factores de campo propuestos con los obtenidos en este trabajo, aplicados a la fórmula.....	42
CUADRO 11. Intervalos de confianza al 95% para las pendientes de las rectas que pasan por el origen, para estimar la emergencia con base al porcentaje de germinación obtenido en laboratorio.....	42

INDICE DE FIGURAS

Página

- FIGURA 1. Gráficas de las ecuaciones simplificadas para estimar la emergencia en campo (Bleasdale,1977)..... 10
- FIGURA 2. Secuencia para simplificar ecuaciones que estimen la emergencia en almácigo con base en la germinación obtenida en laboratorio (Basado en Terrazas,1990)..... 12
- FIGURA 3. Secuencia metodológica del presente trabajo..... 23
- FIGURA 4. Localización de los puntos de lectura de la temperatura en la cama de siembra..... 25
- FIGURA 5. Relación del porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de Pinus cooperi Blanco..... 37
- FIGURA 6. Relación del porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de Pinus montezumae Lamb..... 38

- FIGURA 7. Relación del porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de Pinus patula Schiede..... 39
- FIGURA 8. Pinus cooperi Blanco, (1) Corte transversal de una hoja; (2) Rama y hojas (3) Fascículo; (4) Cono abierto; (5) Semilla (Martínez, 1948)..... 47
- FIGURA 9. Pinus montezumae Lamb. (1) Yema con amentos masculinos; (2) Corte transversal de la hoja; (3) Cono; (4) Semilla (Martínez, 1948; Shaw, 1978)..... 50
- FIGURA 10. Pinus patula Schiede. (1) Hojas y yemas; (2) Corte transversal de la hoja; (3) Cono; (4) Semilla (Martínez, 1948; Shaw, 1978)..... 53
- FIGURA 11. Distribución geográfica de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede en México (Critchfield, 1966)..... 54

RESUMEN

El cálculo de necesidades de semilla para obtener una determinada población de plantas en vivero, requiere de la corrección del porcentaje de germinación obtenido en laboratorio. Está, generalmente consiste en multiplicar por un "factor de campo". Considerando que en México la producción de árboles forestales en vivero se hace mediante el trasplante de almácigo a envase, el factor de campo debe de representar las pérdidas que se tienen en el almácigo antes de trasplantar.

El presente trabajo tuvo la finalidad de obtener un factor de campo y verificar el cumplimiento de las suposiciones en que se basa su empleo para Pinus cooperi, Pinus montezumae y Pinus patula, pinos mexicanos muy importantes en la producción forestal del país.

El estudio consistió en una siembra en laboratorio de acuerdo con las recomendaciones para la certificación de semillas, paralelamente se hizo una siembra en almácigo en las instalaciones del CIFAP-D.F., siguiendo un diseño de bloques al azar; en ambas partes se usaron cuatro colecciones de semillas de Pinus cooperi, así como once de Pinus montezumae y Pinus patula.

Los resultados obtenidos se ajustaron a una línea recta empleando la emergencia en almácigo como variable dependiente (p) y el porcentaje de germinación en laboratorio como variable dependiente (G). Para determinar el valor del factor de campo, se verificó que la ecuación pasara por el origen y se probó como simplificación alternativa asumir una pendiente igual a la unidad.

Para Pinus cooperi, no fue posible la estimación de la emergencia en campo, pues el cuadrado medio de regresión no fue significativo.

En Pinus montezumae y Pinus patula la recta tuvo un buen ajuste y fue válido pasarla por el origen, con lo que el factor de campo obtenido para Pinus montezumae fue de 0.73 ± 0.10 mientras que para Pinus patula fue de 0.42 ± 0.08 .

I N T R O D U C C I O N

Critchfield y Little (1964), que en México existen 35 especies del género *Pinus*, entre ellas se encuentran *Pinus cooperi* Blanco, *Pinus montezumae* Lamb y *Pinus patula* Schiede cabe mencionar que todas las especies de México, representan el 37 % del total a nivel mundial.

Los pinares son comunidades vegetales muy características de México, y ocupan vastas superficies de nuestro territorio. La morfología y al disposición de sus hojas son características que los pinos poseen en particular y debido a esto los bosques que forman, presentan un aspecto que difícilmente puede confundirse con otro tipo de vegetación. La altitud a la que se encuentra el género *Pinus* puede variar desde los 900 a los 3300 asnm (Rzendowsky, 1983).

Para México la riqueza forestal de los pinares es muy importante, debido a la gran demanda de madera que hay, a su fácil explotación y múltiples usos, a la relativa rapidez de crecimiento de muchas especies y sobre todo a el área tan extensa de distribución y desarrollo de los bosques en el país, de ahí la importancia de buscar métodos más eficaces para la propagación y explotación racional de los bosques mexicanos.

Martínez (1948), menciona que la unidad de dispersión de los pinos es la semilla y de acuerdo a la especie va a ser su forma, color y tamaño de éstas.

Debido a esto, es necesario tomar en cuenta ciertas consideraciones importantes, como son, la adquisición de insumos la semilla necesaria para la siembra y la realización de las

labores culturales, entre otras.

El cálculo de las necesidades de semilla para obtener una población determinada de plantas, requiere de la corrección del porcentaje de germinación obtenido en laboratorio, de manera que se obtenga una estimación de la cantidad de plantas que se obtendrá en una etapa del cultivo.

Aunado a esto y debido a los altos costos que alcanza la semilla de especies forestales en México y en el extranjero (de 300 a 500 dolares o más por kilogramo, es necesario usar fórmulas que nos permitan saber con mayor precisión la cantidad de semilla que vamos a necesitar para la siembra en vivero. México cuenta con una gran diversidad de especies forestales en donde para la gran mayoría no se tienen datos de este tipo; en el país los trabajos realizados sobre este tema son pocos, en el extranjero se han llevado a cabo mayor número de trabajos y estos son los que nos han servido como base para la realización de este trabajo, cuyo objetivo principal, es la obtención del factor de campo y verificar si se cumplen las suposiciones en que se basa su empleo para las tres especies de pinos mexicanos utilizadas en este trabajo.

OBJETIVOS

- Evaluar el porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de emergencia en almácigo para Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, a través de pruebas de germinación.
- Determinar la ecuación, para estimar la emergencia en almácigo mediante la germinación en laboratorio de semillas de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede.
- Simplificar la ecuación general obtenida en caso de que sea posible, con el fin de que su empleo sea práctico en el cálculo de necesidades de semilla para siembra en vivero.

H I P O T E S I S

- El porcentaje de germinación en laboratorio es mayor que el porcentaje de germinación en almácigo debido a que las condiciones ambientales en laboratorio son controladas y esto aumenta la posibilidad de obtener un porcentaje de germinación mas elevado que en almácigo.
- La relación entre el porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo es una línea recta que pasa por el origen en Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede.
- Si la recta no pasa por el origen, entonces la relación resulta ser una recta con ordenada al origen negativa.

ANTECEDENTES

Conceptos basicos.

La poblacion de plantas por hectarea y las distancias entre estas, influyen notoriamente en los rendimientos de los cultivos, para alcanzar los optimos en estos aspectos es necesario considerar el material usado para obtener las plantas, la estrategia de siembra que se realice y los costos tanto de los insumos como de las labores (Camacho y Cole, 1988; Van Haeff y Berlijn, 1982).

Los propagulos de las plantas son organos vegetales o fragmentos de estos, que se emplean para obtener nuevas plantas, algunas de las opciones mas usadas son: bulbos, estacas, semillas y tuberculos.

En terminos practicos se considera que una semilla ha germinado cuando emerge la radícula a traves de las cubiertas, si la siembra fue realizada sobre papel; en siembras efectuadas en suelo se considera que la germinación ha ocurrido cuando la plúmula sobresale o emerge del suelo (Moreno, 1984; Naylor, 1981; Camacho, 1987).

En el presente trabajo se utilizará la palabra germinación para referirse al fenómeno que ocurre en siembras sobre papel y el término emergencia para el fenómeno que ocurre en siembras realizadas en suelo, limitado este último a la obtención de una plantula normal con posibilidades de crecer.

Para comercializar las semillas de una especie, generalmente se les maneja por grupos que provienen de la misma lo-

calidad y ciclos de cosecha, a estos grupos se les denomina lotes comerciales de propágulos.

Un lote comercial de propágulos se diferencia de un lote para siembra, en que este último es una fracción del primero que se usa para establecer un cultivo en un área determinada.

Como se acostumbra manejar los lotes por peso, un dato importante es el número de plantas que se pueden obtener por kg. de semilla. Cantidad que requiere conocer: la pureza del lote, el número de semillas por kilogramo y el porcentaje de emergencia de éstas.

La pureza física de un lote es la proporción de su peso, que esta constituida por propágulos de la especie de interes, pues suelen ser acompañados por: propágulos de otras plantas, piedras, restos orgánicos y tierra (Moreno, 1984; Patiño y cols. 1983).

Para la comercialización de semillas normalmente no es satisfactorio usar la germinación bajo condiciones de campo, ya que no es posible repetir los resultados. Por lo tanto se han desarrollado métodos de laboratorio que permiten obtener resultados más uniformes y rápidos (Moreno, 1984).

Hay concordancia en que los porcentajes de germinación de laboratorio no representan la emergencia que se obtendra en campo; como suele haber correlación entre estas variables, así como entre la emergencia y otros indices que se obtienen en laboratorio, es posible establecer ecuaciones para estimar la emergencia que se obtendra en suelo con base en datos de laboratorio (Maguire, 1962; Dalianis, 1980; Naylor, 1981; Bonner

y Vozzo, 1982; Bonner, 1984 y 1987; Terrazas, 1990).

Pasando a otro asunto se tiene que una estrategia de siembra incluye, además de una forma de distribuir los propágulos, una serie de labores para el ajuste de la población. Dichas estrategias se conocen también como tipos de siembra, las principales son: al voleo, a chorrillo, mateadas y en macetas.

Estimación de la emergencia a partir de los índices obtenidos en laboratorio.

La cantidad de semilla, requerida para producir una cantidad de plantas suficientes para cubrir un área determinada con una población del cultivo dada, solo es posible determinarla si se conoce la relación existente entre índices de germinación de semillas y la emergencia en vivero; de esto, se deriva la importancia de manejar el índice adecuado, esto es, aquel que tenga una mejor relación con la emergencia en vivero.

Se citan varios índices que se obtienen en pruebas de germinación (Naylor, 1981), cuyo cálculo fue descrito por Morales y Camacho (1985).

Algunos de estos índices evalúan el tiempo, la uniformidad y el valor germinativo; otros evalúan la viabilidad como la prueba de tetrazolio (Moreno, 1984) y la conductividad eléctrica (Bonner y Vozzo, 1982).

La alternativa de usar, el índice y la ecuación adecuada podría ayudar a tener buenas estimaciones de la emergencia en suelo, pero podría resultar no ser una solución conveniente para usuarios que desconocen algunos de estos índices.

Resultaría importante hacer una difusión de estos

índices y de las fórmulas de estimación, esta estrategia apenas se ha sugerido para Estados Unidos (Bonner, 1987), mientras que en México ni siquiera se han tratado de obtener funciones para la estimación de la emergencia, basándose en el porcentaje de germinación en laboratorio.

De lo presentado por Bleasdale (1977), se deduce, que generalmente la relación se establece mediante el ajuste de una función lineal a los puntos definidos por los porcentajes de germinación en laboratorio, como variable independiente y el porcentaje de emergencia en campo, como variable dependiente, es decir, la ecuación general para estimar la emergencia es:

$$p = A + BG \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

p = Porcentaje de emergencia en el suelo.

A = Ordenada al Origen o Constante de Campo.

B = Pendiente o Factor de Campo.

G = Porcentaje de germinación en laboratorio.

Dicho autor señala que en las prácticas de campo es conveniente que en la ecuación se maneje solo un parámetro ya sea el factor o la constante (Figura 1).

Para obtener la ecuación simplificada del factor de campo se ajusta una recta a que pase por el origen, con lo que las operaciones a realizar se reducen a una multiplicación:

$$p = BG \dots\dots\dots (2).$$

En la ecuación simplificada de la constante de campo, la recta se fuerza a tener una pendiente igual a uno, con lo que las operaciones se reducen a una resta:

$$p = G - A \dots\dots\dots (3).$$

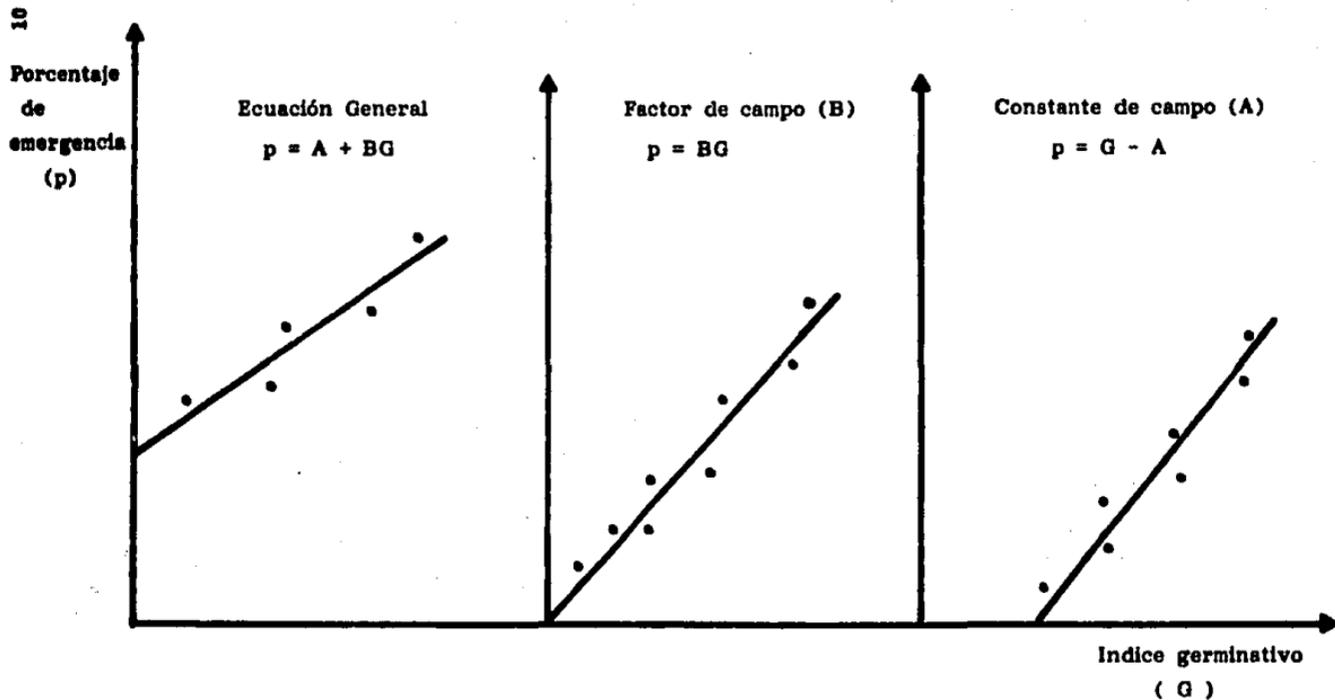


FIGURA 1. Gráficas de las ecuaciones simplificadas para estimar la emergencia en campo, (Bleasdale,1977).

De acuerdo con Terrazas (1990), en las fórmulas para determinar la cantidad de semilla necesaria para siembra, el producto de la germinación de laboratorio por un factor de campo menor a la unidad, equivale reconocer que la germinación obtenida en laboratorio es generalmente mayor a la obtenida en campo, aunque puede suceder lo contrario; lo mismo sucede con la constante de campo que en algunos casos da mejores estimaciones que el factor de campo (Bleasdale, 1977).

Obtención de ecuaciones simplificadas para estimar la emergencia.

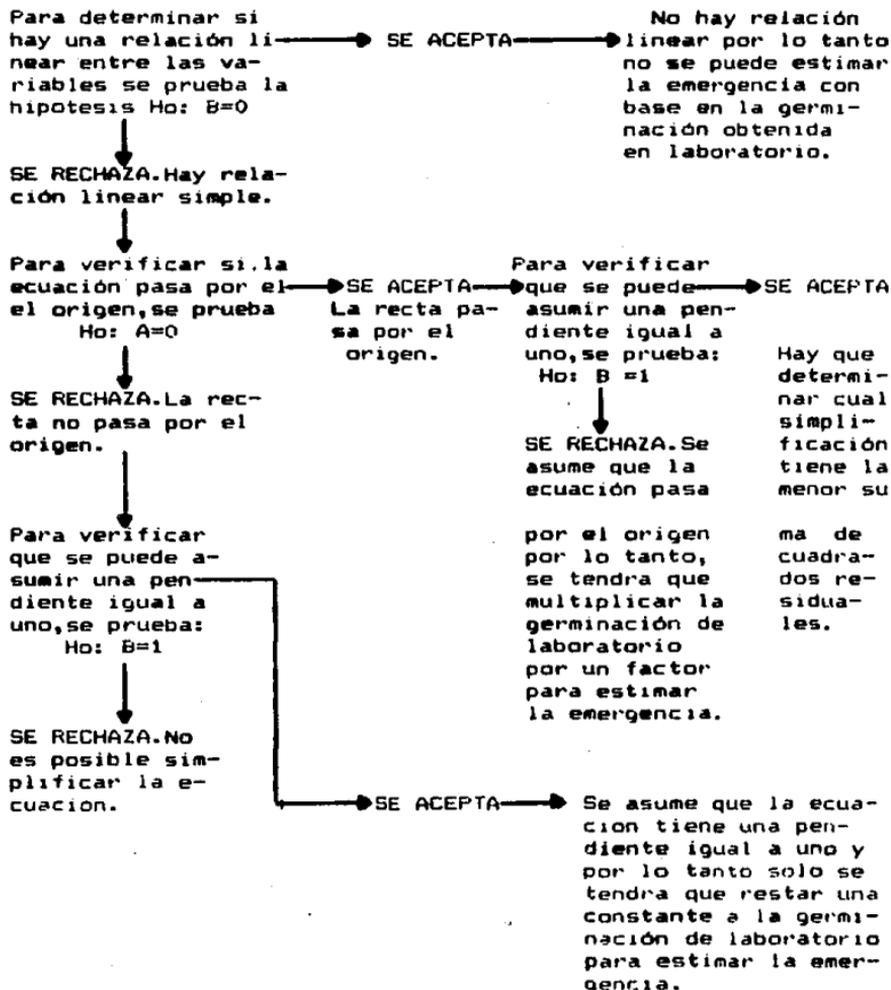
Para obtener las constantes que permitan estimar la emergencia a partir de la germinación, Terrazas (1990) realizó un análisis de regresión lineal simple a los datos de varias colecciones de semillas de una especie. En la aplicación de esta técnica estadística se consideró que la germinación obtenida en laboratorio es la variable independiente y la germinación obtenida en suelo es la variable dependiente.

Una vez realizado lo anterior probó las siguientes hipótesis (FIGURA 2):

- a) $B = 0$, para ver si hay una relación rectilínea entre las variables.
- b) $A = 0$, para determinar si es posible forzar a la recta a pasar por el origen.
- c) $B = 1$, para determinar si se puede forzar a la recta a tener una ordenación negativa.

En caso que se rechazara la primera hipótesis y se aceptaran las restantes como la simplificación que produjo el menor aumento de la suma de cuadrados de residuales respecto a

FIGURA 2. Secuencia para simplificar ecuaciones que estimen la emergencia en almácigo con base en la germinación de laboratorio (Basado en Terrazas, 1990).



la ecuación general.

Boyd (1969), propone una fórmula para estimar el valor del factor de campo:

$$B = \frac{C}{(T) (S) (I) (G)} \dots\dots\dots (4)$$

donde:

C = Número estándar de plantulas útiles para reforestación obtenidos de un Kg. de semilla.

T = Total de semillas sembradas.

S = Semillas por Kg.

I = Pureza.

G = Porcentaje de germinación en laboratorio.

El método propuesto por Boyd involucra un elemento (C), que solo se puede conocer a través del tiempo, otra limitante es que supone que la relación entre la emergencia y el porcentaje es una línea recta que pasa por el origen y no tiene forma de detectar desviaciones de este comportamiento.

Determinación de necesidades de semilla para siembra.

Camacho y Cols (1988), en concordancia con Van Haeff y Berlijn (1982), mencionan que el primer problema que se tiene cuando se pretende establecer un cultivo agrícola, es determinar la cantidad de semilla que debe adquirirse para hacer la siembra, la cual va estar dada por:

- a) La población que se desea establecer.
- b) El tipo de unidad de siembra, que puede ser una superficie donde se distribuyen las semillas sin orden o en líneas, otra opción es colocarlas en un sitio determinado como ocurre en siembras mateadas y en las realizadas en macetas.

- c) Los costos de: las unidades de siembra, eliminación de las unidades sin plantas, aclareos, transplantes, semillas requeridas y la siembra de estas.
- d) Un criterio de optimización económica y un método de localización de los óptimos.
- e) La proporción de semillas germinables del lote a emplear.
- f) Una función de rendimiento que relacione la cantidad de plantas obtenidas con la cantidad de semillas sembradas.

Considerando todos estos aspectos se tienen dos formas de establecer la cantidad de semillas para obtener una población de plantas dadas:

I.- Camacho y cols. (1988), mencionan que cuando se tratan de siembras masivas, al voleo o a chorrillo, la función de rendimiento que relaciona la cantidad de semillas sembradas con la cantidad de plantula producida tienen una solución única, que es dividir la población deseada entre el número de plantas que se pueden obtener de un kilogramo de semillas, ya que se acepta que el arreglo de las plantas en el terreno tenga un componente aleatorio grande.

Boyd (1969), Wakeley (1954) y Vidal (1962) sugieren la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D}{(S) (I) (B) (G)} \dots \dots \dots (5)$$

donde:

T = Total de semilla a sembrar en Kg.

D = Numero de plantulas deseadas, que puede ser una cantidad dada o el producto obtenido de multiplicar el area a sembrar por el numero de plantas por m² que se requiere.

S = Numero de semillas por Kg.

I = Porcentaje de pureza.

G = Porcentaje de germinación en laboratorio.

B = Factor de campo, o sea la proporción de emergencia de las semillas germinadas.

Como alternativa Bleasdale (1977), propone la siguiente

fórmula:

$$T = \frac{(W) (D)}{(B) (G)} \dots \dots \dots (6).$$

Donde:

W = Peso de la semilla en mg.

En ambas ecuaciones se asume que la estimación de la emergencia en campo esta dada por el producto BG; por lo que la expresión (5) puede generalizarse así:

$$T = \frac{D}{(S) (I) (p)} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

p = Emergencia estimada que dependiendo de la especie puede ser:

$$p = B G$$

$$p = G - A$$

$$p = A + B G$$

O alguna otra función del porcentaje de germinación u otro indice germinativo.

II.- Cuando se requiere una distribución regular de las plantas, como ocurre por ejemplo en siembras mateadas y en las realizadas en macetas, lo importante no solo es obtener un número de plantas dado, sino que en cada recipiente o mata haya una planta; según Camacho (1989), la probabilidad de obtener un número "i" de plantas, en una maceta en la que se siembran "n" semillas, sigue una distribución binomial puntual.

$$P_{x=i} = \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

$\binom{n}{i}$ = Indica combinaciones n en i.

p = Probabilidad de que una semilla produzca una planta, o sea el porcentaje de emergencia.

q = 1-p = Probabilidad de que una semilla no produzca una planta.

$P_{x=i}$ = Probabilidad de obtener "i" plantas al sembrar "n" semillas.

Lo anterior evidencia que en una maceta sembrada con "n" semillas se puede obtener desde 0 hasta "n" plantas y que para tener la distribución regular deseada es necesario sembrar más de una semilla por maceta o mata y posteriormente eliminar las plántulas que estén de más y trasplantar algunas de éstas en donde haga falta.

Las labores anteriores implican costos de producción que varían en relación con los costos de las labores e insumos, que siguiendo con los ejemplos de Tinus y MacDonald (1979) son:

c_k = Precio por kg. de lote de propágulos.

c_t = Precio de la siembra de cada propágulo.

c_e = Costo de eliminar cada unidad que no tenga plántula.

c_a = Costo de aclarar, o sea, eliminar cada plántula que este de mas.

c_r = Costo de replantar cada unidad vacía, es decir, que carezca de plantas.

c_u = Costo de cada unidad de siembra.

Con base en esto, la ecuación general para obtener el

costo total de una siembra (C) queda así:

$$C = c_k K + c_t T + c_e E + c_a A + c_r R + c_u U \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

- K = Lote de siembra en kg.
- T = Propágulos a sembrar.
- E = Unidades vacías o fallas.
- A = Plantas a aclarar.
- R = Plantas a replantar en unidades vacías.
- U = Unidades en las que se sembraron "n" propágulos.

Un punto importante en la aplicación de la fórmula, es que si se eliminan las unidades sin plantas, quiere decir que no se va a realizar el trasplante y que si se realiza este, es que no se van a eliminar las unidades vacías; por lo tanto los costos respectivos no se tomaran en cuenta.

Para realizar la determinación de las necesidades de semilla para una siembra mateada o en macetas, se tienen que realizar los cálculos del costo de la siembra considerando que se usan distintas cantidades de semilla por maceta o mata y encontrar la solución del costo mínimo.

Algunas cantidades útiles en la estimación de los costos de la siembra según Camacho (1989) son:

$$U (1-p)^n = \text{Número de macetas sin plantas} \dots\dots (10)$$

Donde:

U = Total de matas o macetas sembradas.

Otra cantidad importante es el total de plántulas que se obtienen:

$$(n)(U)(p) \dots\dots\dots (11)$$

La estimación del valor de "p" requiere considerar la relación entre el porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en campo, es decir, considerar un factor o una constante de campo.

Factores que se consideran en la estimación de la emergencia o supervivencia.

Van Haeff y Berlijn (1984), consideran que dentro del cálculo de necesidades de semilla para una siembra, hace falta considerar factores del suelo y clima, que influyen en la emergencia, así como en la edad de las semillas.

Respecto a esto, hacen falta ecuaciones que estimen la emergencia no solo con base en el porcentaje de germinación, sino que incluyan también el contenido de humedad del suelo y su temperatura.

Bleasdale (1977), sugiere usar en la practica, bajo buenas condiciones, un factor de campo de 0.8 y bajo condiciones malas un valor de 0.4. Esta opción ha sido útil a los agricultores, al emplear la ecuacion (5), ya que considera el tamaño de la semilla, el porcentaje de germinación en laboratorio y las condiciones en campo.

Específicamente para pinos, Wakeley (1954), propone factores que van de 0.8 a 0.95, en algunos casos se puede tomar el valor de 0.65 y pocas veces valores tan bajos como de 0.25. En cualquier vivero puede usarse el porcentaje mas conveniente que estime la siembra de cada lote, preferiblemente basandose en la experiencia y en los registros.

También para dicho género, Vidal (1962), sugiere que si no hay observaciones previas para el uso del factor, sugiere el valor empirico de este, que va de 0.30 a 0.50.

Es evidente que puede establecerse una corrección que sea válida hasta el aprovechamiento económico de las plantas,

pero es mejor trabajar para cada etapa de la producción. Así Padilla (1983), desglosa las pérdidas que ocurren durante el proceso de producción, desde la siembra en el almácigo hasta el establecimiento de los árboles en el sitio de plantación. Propone una fórmula que considera una serie de correcciones, además del factor de campo, la ecuación simplificada es similar a la (5):

$$T = \frac{D}{(S)(I)(G)(B)(E)(F)(H)} \dots\dots\dots (12)$$

Donde:

E = Corrección por plantas trasplantables a envases.

F = Corrección por supervivencia de las plantas trasplantadas en el vivero.

H = Corrección por aptitud para la plantación de las plantas que sobreviven en el vivero.

Por lo tanto, cuando las plantas se trasplantan de almácigo a envase como ocurre en muchos viveros del país (Cuevas 1985), el porcentaje de emergencia se establece a partir del número obtenido de plantas trasplantables.

En la producción de plántulas por trasplante a raíz desnuda y por siembra directa en envases, lo que conviene estimar no es tanto la emergencia sino la obtención de briznales plantables en terreno, es por esto que en la literatura generada en los E.U. , se habla de un factor de supervivencia (Boyd, 1969 y Wakeley, 1954).

Boyd (1969), menciona la conveniencia de un desglose en la producción de plántulas a raíz desnuda, que consiste en hacer dos correcciones. La primera es calcular B, con base en las plántulas obtenidas en la cama de siembra, sin tomar en

cuenta la calidad de éstas; la otra corrección proviene de la selección que se hace de plantas aptas, para su establecimiento en el lugar definitivo.

Solo toma en cuenta éstos dos factores de pérdida, ya que no se considera trasplante a envases.

Finalmente Boyd (1969) y Van Haeff y Berlijn (1982), proponen algunos aspectos de las semillas que deben de tomarse en cuenta para la determinación de necesidades de semilla:

- * Germinación de las semillas.
- * Peso de la semilla.
- * Edad de la semilla.
- * Tamaño de la semilla.
- * Año en que se sembró.
- * Densidad en la cama de siembra.
- * Localización del almácigo en el vivero.
- * Exigencias de la semilla según la especie.
- * Método de siembra.
- * Costo de la semilla.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización del trabajo se utilizaron semillas de varias colecciones o lotes de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb, y Pinus patula Schiede, procedentes de varias localidades del país que difieren en cuanto a tiempo de almacenaje (CUADRO 1).

El Banco de Germoplasma del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal (CIFAP-DF), Coyoacán, mantiene estas colecciones envasadas en latas metálicas o recipientes de plástico. Almacenadas a una temperatura de 3 C y con un contenido de humedad del 12% (Patiño y cols. 1983).

CUADRO 1. Procedencia y fechas de colecta de lotes de semillas de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, (Registros del CIFAP-D.F.)

ESPECIE	CLAVE DEL LOTE	FECHA DE COLECTA	LOCALIDAD
<u>Pinus cooperi</u> Blanco	4	1961	Carr. Dgo-Mazatlan Km 105
"	707	1978	Sn. Miguel de las Cruces Dgo
"	708	1978	Sn. Miguel de las Cruces Durango.
"	709	1978	Sn Juan Dieas, Dgo.
<u>Pinus montezumae</u> Lamb	129	Nov. 1964	Km. 30 Autopista Mex.- Fuebla
"	248	Dic. 1967	Sn. Juan Tetla, Fuebla.
"	250	Dic. 1967	Sn. Juan Tetla, Fuebla.
"	350	Dic. 1970	Sn. Juan Tetla, Fuebla.
"	471	Oct. 1974	Paracho, Michoacán.
"	572	Dic. 1976	Angahuan, Michoacán.

Continua

Continúa CUADRO 1...

ESPECIE	CLAVE DEL LOTE	FECHA DE COLECTA	LOCALIDAD	
<u>Pinus montezumae</u> Lamb	628	Ene.1978	Las Lajas,Veracruz.	
"	"	655	Dic.1978	Mitzintzan,Chiapas.
"	"	747-A	Nov.1978	Sn.Cristobal de las Casas,Chis.
"	"	747-B	Nov.1978	Sn.Cristobal de las Casas,Chis.
"	"	807	Ene.1982	Sn.Cristobal de las Casas,Chis.
<u>Pinus patula</u> Schiede	340	Nov.1970	Zacualtipan,Hidalgo.	
"	"	356	Ene.1971	Cahuacán,Villa del Carbón.
"	"	383	Ene.1973	Carr.Sn. Juan del Río,Qto.
"	"	464	Nov.1974	La Venta, D.F.
"	"	510	Dic.1975	La venta D.F.
"	"	646	Feb.1978	Perote-Altotonga,Ver.
"	"	764	Feb.1980	Amoies,Queretaro.
"	"	767	Feb.1980	Acaxotitlán,Hidalgo.
"	"	769	Feb.1979	Tlaixtlipa,Puebla.
"	"	770	Feb.1979	Apizaco,Flaxcala.
"	"	771	Feb.1979	Perote-Altotonga,Ver.

El trabajo se realizó en dos partes: Una en suelo y otra en laboratorio. Para cubrir ambas se requirió de 700 semillas de cada lote.

La selección de la semilla se hizo sin tomar en cuenta el tamaño, forma, color o cualquier otra característica, solamente que estuvieran completas (Moreno, 1984).

La cantidad de semilla mencionada se dividió en siete submuestras de 100 semillas cada una. tres submuestras se destinaron para la parte del experimento que se realizó en sue-

lo y las cuatro submuestras restantes para la siembra en laboratorio. En la Figura 3 se presenta la secuencia de trabajo seguida.

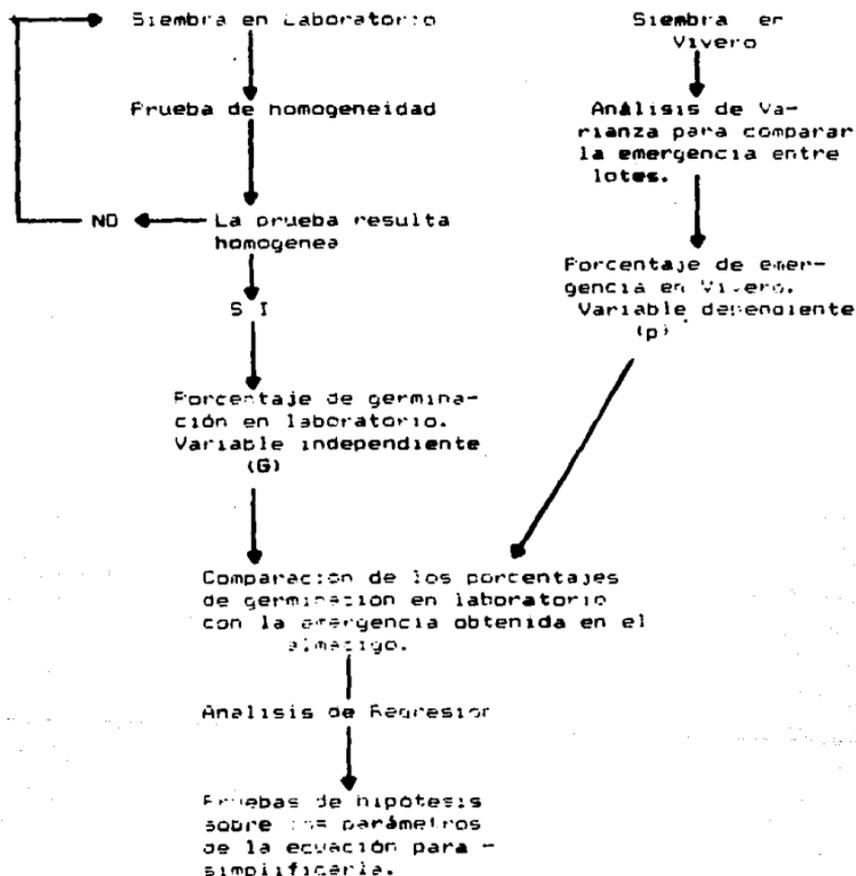


FIGURA 3. Secuencia Metodológica del presente trabajo.

I.- SIEMBRA EN ALMACIGO

Para conocer la emergencia en suelo de las tres especies de pino con las que se trabajó, se realizó una siembra en las instalaciones del CIFAP-D.F., en un almacigo con tierra, (CUADRO 2).

El suelo se desinfectó con Formol al 2% (Hartmann y Kester, 1971), posteriormente se aplicó ácido sulfúrico al 2% para bajar el pH del suelo, hasta 5.35 y así disminuir la incidencia de anegamiento (Damping off), un problema frecuente en almacigos (Vidal, 1962 y Wakeley, 1954).

CUADRO 2. Características del suelo utilizado para la siembra de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede. (Laboratorio de suelos CIFAP-D.F.).

CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	CATEGORIA
Textura	65% Arena 16% Limo 19% Arcilla	Migajón Arenoso
DaC	1.39 g/cm ³	
DaL	1.29 g/cm ³	
N-NH ₄	18 kg/Ha.	Rico
N-NO ₃	11 Kg/Ha.	Mediano
P 0-2.5	46 Kg/Ha.	Mediano-Rico
K 0-2.5	428 kg/Ha.	Extremadamente-Rico.
pH	7	Neutro

Una vez lista la cama de siembra, se niveló y surcó, con una distancia entre surcos de 3 cm. y 1 cm. de profundidad.

Para distribuir las semillas de los lotes trabajados, se empleó el Diseño de Bloques al Azar que se consideró necesario, ya que los árboles cercanos al almacigo produjeron notables diferencias en el asoleamiento recibido a lo largo de la cama de siembra utilizada (Figura 4).

Como se esperaba que las diferencias en asoleamiento originaran cambios en la temperatura del suelo, diariamente se evaluó esta por la mañana y por la tarde, en varios puntos de la cama de siembra. Los datos obtenidos se compararon mediante la prueba de T.

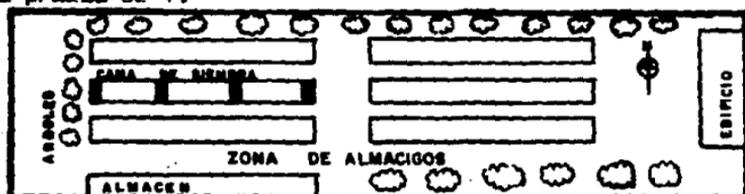


FIGURA 4. Localización de los puntos de lectura de la temperatura en la cama de siembra.

La siembra se realizó el día 16 de Mayo de 1989, empleando, 100 semillas de cada lote por bloque y surco. Se sembraron tres repeticiones de cada una de las colecciones de semillas empleadas.

Los riegos se efectuaron de acuerdo con la humedad presente en el suelo, que no debería ser excesiva, para evitar la incidencia de enfermedades fungosas.

La emergencia se inició 13 días después de la siembra, a partir de los cuales se hicieron evaluaciones diarias durante un mes; se consideró que la emergencia ocurrió cuando: los cotiledones estuvieran fuera del tegumento por lo menos 1 cm., el hipocótilo estuviera completamente erecto y la planta so-

bresaliera de la superficie del suelo.

El estado de desarrollo descrito se denomina: "cerillito", "fosoforito" o "soldadito" y corresponde al momento en que las plantulas de pino se deben de trasplantar a los envases (Galloway y Borgo, 1983).

Una vez obtenidos los porcentajes de emergencia en almá-cigo se les sometio a un Análisis de Varianza, para determi-nar mediante la Prueba de Tukey con alfa= 0.05, las diferen-cias entre medias obtenidas por los lotes de cada especie, (Steel y Torrie, 1985).

El supuesto de homogeneidad de varianza, se evaluó me-diante la Prueba de Bartlett (Infante y Zarate, 1984).

II.- GERMINACION EN LABORATORIO.

Esta parte del trabajo se realizó con el objeto de cono-cer el porcentaje de germinación en laboratorio de las espe-cies trabajadas y formó parte de las rutinas de certifica-ción del laboratorio de semillas forestales del CIFAP-D.F.

Una vez que se tuvieron las cuatro repeticiones de 100 semillas representativas de los lotes utilizados por especie, se procedió a colocarlas en cajas de petri que tenian en su interior papel filtro, las cuales fueron previamente esterili-zadas en estufa (4Hrs. a 100 ° C) para disminuir la inciden-cia de hongos, que es el contaminante más común en las siem-bras de este tipo. El papel filtro se humedeció con agua común, se colocaron 100 semillas por caja de petri, procurando que las semillas no estuvieran en contacto, para evitar contagios.

Las cajas fueron etiquetadas con un número de registro

especifico que les fue asignado a cada lote para facilitar su manejo.

La incubación se realizó a una temperatura constante de 22 °C en germinadora, esta fase del experimento duró 28 días, durante los cuales se efectuaron evaluaciones cada siete días, contados a partir del día de la siembra. Se consideró que la germinación ocurría, cuando se presentaba la emergencia de la radícula, la cual debería de tener una longitud de tres veces el tamaño de la semilla; las plantulas se retiraron de las cajas de petri en cada evaluación, para evitar confusiones.

No se hizo Análisis de Varianza con los porcentajes de germinación en laboratorio, pues con el fin de corroborar la validez de los porcentajes de germinación que se obtuvieron para cada lote, fue necesario colocar las repeticiones juntas, ya que así lo requieren las pruebas de homogeneidad mencionadas por Moreno (1984). Para los lotes en que no se cumplieron las tolerancias, se realizaron nuevas siembras.

Comparación de la germinación obtenida en laboratorio con la emergencia en alecigo.

Con el fin de establecer que la germinación que se obtiene en suelo es diferente a la obtenida en laboratorio se compararon las proporciones respectivas mediante una prueba basada en el Desviante Normal Estandarizado, es decir, la distribución Z, cuya fórmula es (Infante y Zarate, 1984):

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{P}\hat{Q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \dots\dots\dots(13)$$

Donde:

\hat{p}_1 = Proporción de semillas germinadas en laboratorio.

\hat{p}_2 = Proporción de plantulas emergidas respecto al total de semillas sembradas en almácigo.

\hat{P} = Propoción de semillas que germinaron tanto en laboratorio como en almácigo.

$\hat{Q} = 1 - \hat{P}$.

n_1 = Semillas sembradas en laboratorio.

n_2 = Semillas sembradas en almácigo.

Como la hipótesis nula utilizada fue que las proporciones fueran iguales, la prueba se hizo para las dos colas de la distribución.

Ajuste y simplificación de ecuaciones.

Para estudiar la relación de los resultados obtenidos en ambas fases del trabajo se considero a la germinación obtenida en laboratorio como la variable independiente y a la obtenida en almácigo, como la variable dependiente (Terrazas,1990). En ambos casos se trabajo con los promedios,este es el procedimiento seguido por Naylor (1981), para obtener los coeficientes de correlación lineal y de rangos; la finalidad de esto es obtener una ecuación que estime la emergencia en vivero en función de la germinación obtenida en laboratorio.

El modelo general usado para relacionar dichas variables es el de una línea recta:

$$p = A + BG \dots\dots\dots (14)$$

Donde en nuestro caso:

p = Porcentaje de emergencia en Vivero.

G = Porcentaje de germinación en laboratorio.

A = Ordenada al origen o valor de la "Constante de Campo.

B = Fendiente de la recta o valor del "Factor de Campo.

Una forma de simplificar el modelo es hacer pasar a la recta por el origen, Infante y Zarate (1984), describen el ajuste de esta ecuación. Otra manera de simplificar el modelo general es asumir que la pendiente es igual a la unidad, el ajuste en este caso se realiza aprovechando una de las formulas de la deducción de ajuste de Mínimos Cuadrados, la cual es $A = \bar{p} - B \bar{G}$, donde se asume que $B = 1$ ($\hat{}$ indica estimador, \bar{p} y \bar{G} son promedios).

Las simplificaciones planteadas para el modelo solo se pueden realizar si no se rechaza la hipótesis, de que la ordenada al origen es cero, en un caso y en el otro si la pendiente es igual a uno. Para hacer estas pruebas se utilizó la siguiente fórmula con $n-2$ grados de libertad (Infante y Zarate, 1984):

$$t = \frac{\hat{B} - B_0}{S_{\hat{B}}} \quad (i = 0, 1) \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

B_i = Valor dado del que se quiere probar las diferencias.

\hat{B}_i = Valor estimado de B_i .

B_0 = A, esto es la ordenada al origen.

B_1 = B , o sea la pendiente.

Cabe hacer mención que la varianza estimada de la ordenada al origen es:

$$S_A^2 = \frac{S_e^2 \sum X^2}{nSPXX} \dots\dots\dots (16)$$

y la pendiente es:

$$S_B^2 = \frac{S_e^2}{SPXX} \dots\dots\dots (17)$$

donde:

$$SPXX = \sum_i \frac{(X_i)^2}{n} \dots\dots\dots (18)$$

S_e^2 = Cuadrado medio del Error.

Finalmente, para evaluar los cambios en la precisión de las estimaciones de cada uno de los tres modelos probados se determinó la Suma de Cuadrados Residuales:

$$\text{Suma de Cuadrados} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \dots\dots\dots (19)$$

donde: \hat{Y}_i = Valor estimado de Y_i .

Los intervalos de confianza para los factores de campo, es decir, las pendientes obtenidas en rectas que pasan por el origen, se determinaron con $\alpha = 0.05$ de acuerdo con Infante y Zarate (1984), como sigue:

$$\text{Limite inferior} = B - S^{\wedge} t_{B} \alpha/2(n-2)$$

$$\text{Limite superior} = B + S^{\wedge} t_{B} \alpha/2(n-2)$$

donde para la ecuacion que pasa por el origen:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - B^2 \sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n-1} \dots \dots \dots (20)$$

$$S^2 = \frac{S^2}{B^2 \sum_{i=1}^n X_i^2} \dots \dots \dots (21)$$

RESULTADOS

Temperatura del suelo en el almácigo.

El comportamiento de la temperatura en los puntos en que se tomaron datos en la cama de siembra, indicó, que las temperaturas del centro de la cama fueron significativamente más altas que las de los extremos (CUADRO 3).

CUADRO 3. Temperaturas registradas a lo largo del almácigo en el CIFAP-DF.

PUNTO	TEMPERATURA MEDIA (C)
1	25.53 b
2	28.48 a
3	28.37 a
4	23.98 c

Las medias seguidas por una letra diferente difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la Prueba de T con $\alpha = 0.05$.

El cuadro 4 muestra que las F de Bloques son significativas para Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, por lo tanto el modelo de Bloques al Azar utilizado en el experimento es correcto. Únicamente en Pinus cooperi Blanco, no hubo diferencias significativas entre lotes.

CUADRO 4. Análisis de Varianza de la emergencia en almácigo de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede.

Especie	No. lotes	Gl.Error	RELACION DE VARIANZAS	
			Lotes	Bloques
<u>Pinus cooperi</u> Blanco	4	6	0.52 NS	1.43 NS
<u>Pinus montezumae</u> Lamb	11	20	8.98 *	3.92 *
<u>Pinus patula</u> Schiede	11	20	2.63 *	5.56 *

En todos los casos se tuvieron 3 repeticiones por lote.
NS = No significativo * = Significativo, 0.05

Comparación de la germinación obtenida en laboratorio con la emergencia en campo.

La emergencia obtenida por los lotes de cada especie tuvieron diferencias significativas (CUADROS 5, 6 y 7).

En general, la germinación obtenida en laboratorio, fue significativamente mayor a la germinación obtenida en almacigo, en las tres especies trabajadas. Las excepciones fueron: el lote 129 de P. montezumae Lamb donde la emergencia en almacigo, fue mayor que la germinación en laboratorio, cabe señalar que este lote es el más antiguo (CUADRO 6).

Los lotes 708 de P.cooperi Blanco y 250 de P. montezumae Lamb, no presentaron una diferencia significativa entre la germinación en laboratorio y la emergencia en suelo (CUADROS 5 y 6).

Cabe mencionar, que en Pinus montezumae Lamb se ve más clara la relación de que a mayor tiempo de almacenamiento de la semilla, hay menor porcentaje de germinación en laboratorio, aunque esto, no es definitivo para todos los lotes.

CUADRO 5. Porcentaje de germinación en laboratorio y en campo de Pinus cooperi Blanco.

No. Lote	Año de Colecta	% G. en laboratorio	% G. en almacigo
4	1961	59.20 *	51.33
707	1978	64.00 **	51.66
708	1978	45.00 NS	42.33
709	1978	61.50 **	46.66

Diferencia entre la germinación obtenida en laboratorio y en almacigo.

NS = No significativa

* = Significativa con alfa = 0.05

** = Significativa con alfa = 0.01

CUADRO 6. Porcentaje de germinación en laboratorio y en campo de Pinus montezumae Lamb.

No.Lote	Año de Colecta	% G.en Laboratorio	% G.en almacigo
129	1964	2.50 **	13.00
248	1967	15.25 **	8.67
250	1967	20.50 NS	16.67
350	1970	36.25 **	25.67
471	1974	37.00 **	22.33
572	1976	42.00 †	34.00
628	1978	60.00 **	27.33
655	1978	76.25 **	58.67
747-A	1978	52.25 **	40.33
747-B	1978	49.75 **	32.00
807	1982	89.00 **	74.33

Diferencia entre la germinación obtenida en laboratorio y en almacigo.

NS = No Significativo † = Significativa con alfa = 0.05

** = Significativa con alfa = 0.01

CUADRO 7. Porcentaje de germinación en laboratorio y en almacigo de Pinus patula Schiede.

No.Lote	Año de Colecta	% G.en Laboratorio	% G.en almacigo
340	1970	27.00 **	8.70
356	1971	28.25 **	11.00
383	1972	72.00 **	23.00
464	1974	56.00 **	32.70
510	1975	20.00 **	9.00
646	1978	81.70 **	26.70
764	1980	74.00 **	41.00
767	1980	74.00 **	40.00
769	1979	74.00 **	29.00
770	1979	67.00 **	23.00
771	1979	22.00 **	6.00

Diferencia entre los porcentajes de germinación en laboratorio y en almacigo.

NS = No significativo † = Significativo con alfa = 0.05

** = Significativo con alfa = 0.01

Ecuación para estimar la emergencia con base en el porcentaje de germinación en laboratorio.

Solo para Pinus cooperi Blanco, la regresión no fue significativa, (Cuadro 5); en Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, el análisis realizado indica que es conveniente efectuar

tuar la regresión y que la ecuación puede simplificarse, ajustando una línea recta, que tenga una ordenada al origen.

CUADRO 8. Determinación del nivel de significancia de la regresión y pruebas de hipótesis de las ecuaciones para estimar la emergencia en Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede.

Especie	No.Lotes	HIPOTESIS NULAS			Observaciones
		1 B=0	2 A=0	2 B=1	
<u>Pinus cooperi</u> Blanco	4	ns 4.89	ns 2.004	ns -2.85	La regresión no es útil.
<u>Pinus montezumae</u> Lamb.	11	** 53.79	ns 0.246	* -3.03	La regresión es útil, la recta puede pasar por el origen, pero no se puede asumir que la pendiente sea igual a uno.
<u>Pinus patula</u> Schiede	11	** 25.10	ns -0.215	** -6.37	La regresión es útil, la recta puede pasar por el origen, pero no se puede asumir que la pendiente es igual a uno.

1 = Se realizó la Prueba de F * = Significativo con alfa = 0.05

2 = Se realizó la Prueba de T ** = Altamente significativo
alfa = 0.01

ns = No significativo

Al pasar la recta por el origen en Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, hay un mínimo incremento en el error, con respecto a la ecuación general (CUADRO 9).

En ambos casos dicho incremento del valor de la suma de cuadrados del error de la Ecuación Original no supera el 1%.

CUADRO 9. Evaluación de tres Modelos Matemáticos para estimar la emergencia en Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede.

Especie	No.Lotes	Modelo	Suma de Cuadrados Residuales.	Observaciones
<u>Pinus cooperi</u> Blanco	4	$p=22.90+0.43G$ $p = 0.82' G$ $p = G - 9.43$	16.95 50.96 85.86	La regresión no fue significativa, por lo tanto no se utiliza ningún modelo.
<u>Pinus montezumae</u> Lamb	11	$p=1.19+0.70 G$ $p= 0.73 G$ $p= G - 11.61$	555.0 558.75 1124.46	MODELO APROPIADO
<u>Pinus patula</u> Schiede	11	$p=-1.11+0.44 G$ $p= 0.42 G$ $p= G - 31.44$	419.47 421.66 2310.5	MODELO APROPIADO

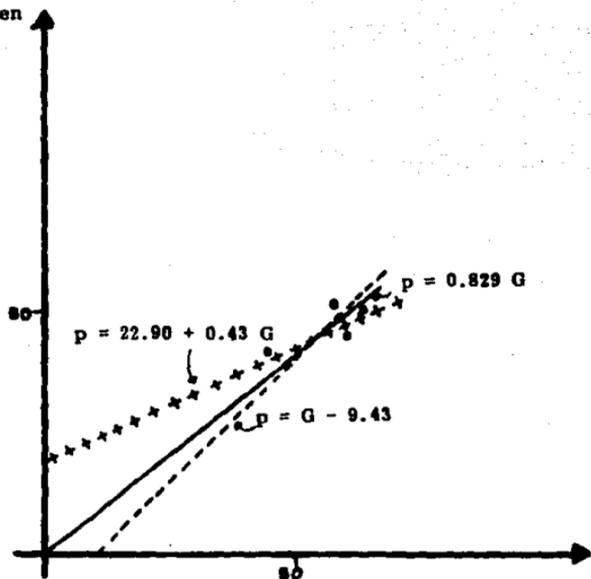
SCR = SCE

G = Porcentaje de germinación en laboratorio,

p = Porcentaje de germinación en almácigo.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran la relación que se da entre el porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de semillas de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, respectivamente, así como sus modelos para estimar la emergencia.

Porcentaje de
germinación en
almácigo



Porcentaje de ger-
minación en laboratorio.

FIGURA 5. Relación del porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de semillas de Pinus cooperi Blanco.

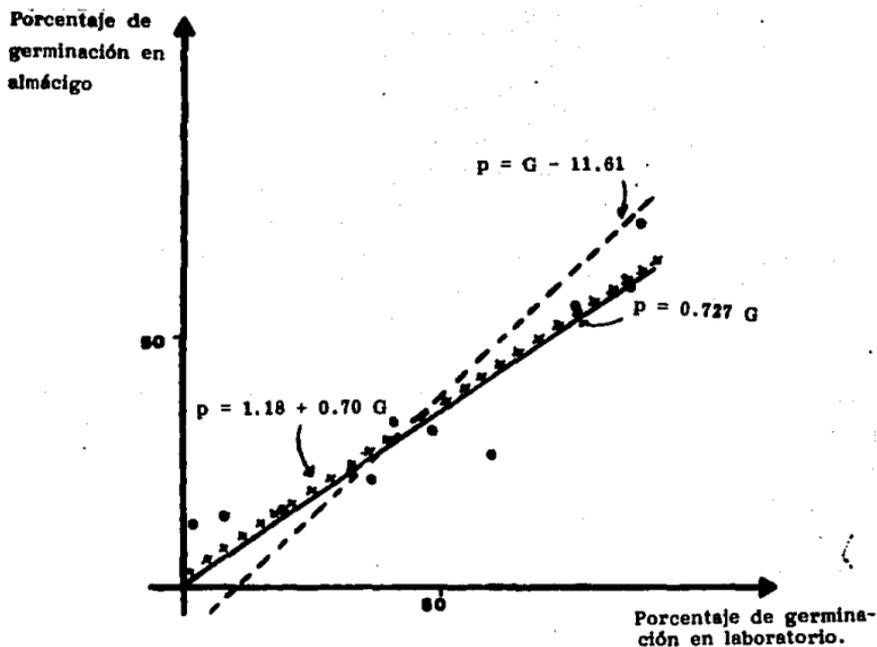


FIGURA 6. Relación del porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de semillas de Pinus montezumae Lamb.

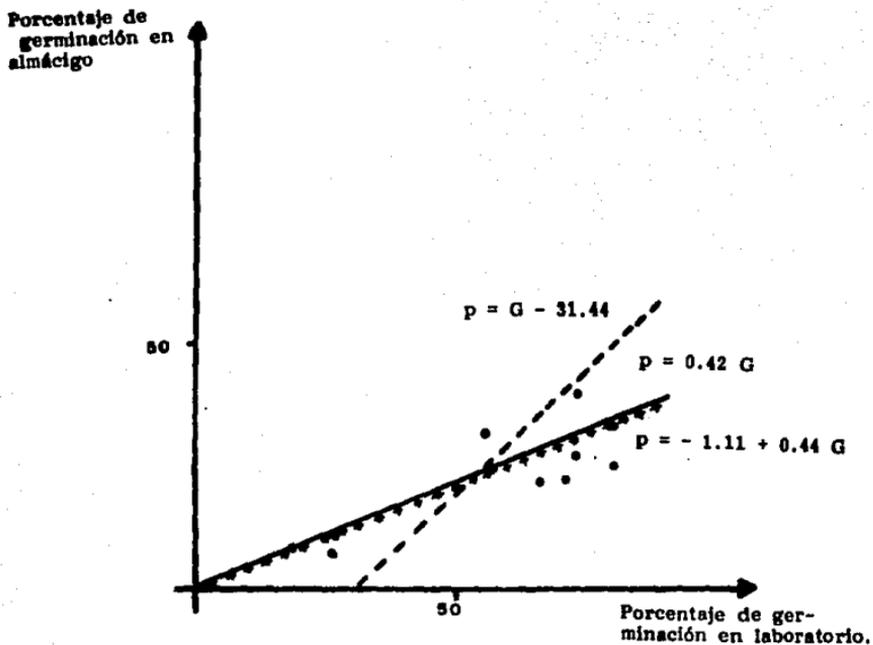


FIGURA 7. Relación del porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo de semillas de Pinus patula Schiede.

DISCUSION

Por lo general, en la mayoría de los lotes de las especies trabajadas, el porcentaje de germinación en laboratorio fue mayor que el porcentaje de germinación en almácigo, lo que permite probar una de las hipótesis planteadas en este trabajo. A excepción, de un lote de semillas de Pinus montezumae Lamb, donde la germinación en laboratorio fue menor que la germinación en almácigo, y esto se debió probablemente a que la siembra en laboratorio tuvo bastantes problemas fungosos, lo que ocasionó que disminuyera su porcentaje de germinación.

Para la obtención del factor de campo, es necesario hacer el desglose de la fórmula, partiendo del supuesto y comprobando que la ecuación es una recta y que esta debe de pasar por el origen; aclarando que esto es un supuesto, que se debe de evaluar en cada caso, ya que no todos los casos son iguales. En los cursos de Propagación se hace poco énfasis en enseñar estas fórmulas, y esto se observa en que al no haber un desglose de ellas, estas se aplican mecánicamente, sin permitir recapacitar para hacer una mejor aplicación de las fórmulas y poder modificarlas en caso necesario.

Para Pinus cooperi Blanco, el análisis de Regresión mostró, que el ajuste de una recta no fue significativo, y esto se debió a que los datos disponibles fueron pocos y el porcentaje de emergencia fue estadísticamente igual en todos los lotes. Por lo que es necesario el uso de más lotes para obtener una mayor variación en el porcentaje de germinación.

Para Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, los modelos más apropiados para estimar la emergencia en almácigo, fue la recta que pasa por el origen ya que es la más cercana a la ecuación general (FIGURAS 6 y 7), lo que autoriza el uso del Factor de Campo.

El valor del factor de campo es el más importante de los tres modelos propuestos para cada especie, ya que este se usa directamente en las fórmulas para determinar las necesidades de semilla para siembra, esto es, que como se trata de un solo valor, es más fácil de recordar.

Sin embargo aún cuando el Modelo Original ofrece un error mínimo y proporciona resultados más exactos que el factor y la Constante, esta ecuación es más compleja, lo que dificulta su manejo.

De acuerdo a lo establecido anteriormente y para fines operativos, la fórmula no debe modificarse ventaja que nos ofrece la utilización del factor de campo, además de que el error con respecto a la ecuación original no es mayor del 1%.

Los factores obtenidos permiten hacer un cálculo más preciso en cuanto a la necesidad de semilla para siembra (Cuadro 10), esto se comprueba utilizando la fórmula y mostrando el uso del factor (Ver ANEXO II).

En Pinus montezumae el intervalo de confianza abarca de 0.60 a 0.85, mientras que en Pinus patula este abarca de 0.35 a 0.50 (CUADRO 11). Varios autores proponen índices parecidos a estos, en donde la tendencia de estos índices es 0.7 en adelante, que se considera tiene una gran confiabilidad.

Bleasdale propone índices que bajo condiciones malas tengan un valor 0,4, y en condiciones óptimas el valor que propone es de 0.8.

Vidal (1962), propone índices que van de 0.3 a 0.5 en caso de que no haya un factor determinado por años de experiencia.

CUADRO 10. Comparación de los factores de campo propuestos con los obtenidos en este trabajo, aplicados a la fórmula.

LOTE	ESPECIE	FACTOR OBTENIDO EN ESTE TRABAJO	FACTOR PROPUESTO POR VIDAL (1962) (0.05)
655	<u>P. montezumae</u>	4.31 kg	6.30 kg
464	<u>P. patula</u>	4.29 kg.	3.61 kg.

CUADRO 11. Intervalos de confianza al 95% para las pendientes de las rectas que pasan por el origen, para estimar la emergencia con base al porcentaje de germinación obtenido en laboratorio.

ESPECIE	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
<u>Pinus montezumae</u>	0.6260	0.8294
<u>P. patula</u>	0.3479	0.4979

CONCLUSIONES

- 1.- En forma general el porcentaje de germinación obtenido en laboratorio resulto ser mayor que el porcentaje de germinación obtenido en almácigo como lo demuestran las pendientes negativas obtenidas.
- 2.- Para Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, la relación entre el porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo fue una recta que pudo ser ajustada a pasar por el origen obteniendo así el factor de campo.
- 3.- El valor del factor de campo se pudo determinar para Pinus montezumae Lamb, el cual esta contenido en el modelo $p = 0.73 G$, donde se fuerza a la recta a pasar por el origen.
- 4.- Para Pinus patula Schiede, se obtuvo el valor del factor de campo, el cual esta contenido en el modelo $p = 0.42 G$, modelo que fuerza a la recta a pasar por el origen.
- 5.- Para Pinus cooperi Blanco, no es posible dar un modelo matemático más preciso, ya que el análisis de regresión no resulto útil debido a la mínima cantidad de datos disponibles.

- 6.- A través de observar el comportamiento que presentan las tres especies de pino con que se trabajó, se comprueba la hipótesis que plantea que la recta muestra una relación entre el porcentaje de germinación en laboratorio y el porcentaje de germinación en almácigo. En los casos donde la recta no pasa por el origen, esta resulta tener una ordenada al origen negativa, como es el caso de los modelos que se ajustaron a tener una pendiente igual a uno, es decir, el valor de la constante de campo, casos que no se tuvieron en este trabajo.
- 7.- El uso del factor de campo nos permite utilizar con mayor precisión la fórmula que se utiliza para estimar la necesidad de semilla para siembra.
- 8.- Este trabajo nos muestra diferentes fórmulas de necesidad de semilla para siembra que son de uso común entre viveristas y agricultores, sin embargo, por ser estas fórmulas de uso común traen como consecuencia que su aplicación se haga mecánicamente y con esto no se pueda evaluar la efectividad real de ellas.
- 9.- Con el uso del factor de campo que se obtuvo en este trabajo, se obtiene un ahorro de semilla, utilizando solo la necesaria, y con esto un ahorro en los costos de producción.

ANEXO 1

A) Clasificación taxonómica de las especies trabajadas.

Sánchez (1980) clasifica al Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede de la siguiente manera:

Subdivisión	Gymnospermae
Orden	Coniferae
Familia	Pinaceae
Subfamilia	Abietineae
Género	Pinus
Especie	<u>cooperi</u> <u>montezumae</u> <u>patula</u>

A.1) Características generales de Pinus cooperi Blanco.

Martínez (1979), menciona los siguientes nombres comunes con los que se conoce a este pino: Pino amarillo o Pino albacarroto.

A.1.1) Origen y Morfología (Figura 8)

Pinus cooperi Blanco, es originario de México y fue descrito por Blanco en 1940, como Pinus lutea, ya que este era también conocido como Pino amarillo, fue hasta 1949, que Blanco cambio el nombre a Pinus cooperi (Mirov 1967).

Este pino, es un árbol de 20 a 30 mts. de altura por 1 mt. de diámetro; copa redondeada y densa; ramas inclinadas unos 45 hacia abajo; corteza de color café rojizo en la base y café

negruzco en la parte alta; de 5 a 12 mm de espesor, algo rugosa y con grandes placas; las bases de las brácteas se descaman y deforman, haciéndose con el tiempo poco notables.

Acículas aglomeradas en el extremo de las ramillas en grupos de 5 ó 4; de 5 a 9 cm. de largo, de color verde claro amarillento, triangulares, fuertes, encorvadas y agudas, con estomas en las 3 caras, Canales resiníferos medios en número de 3 a 6. Dos haces vasculares. Vainas persistentes, anilladas, de color café rojizo de 8 a 10 mm las nuevas y de 5 a 7 las viejas. Yemas casi ovoides, cortas y acuminadas, de color rojizo con brácteas laciniadas de 25 mm de largo.

Conos largamente ovoides, ligeramente oblicuos, algo encorvados y casi simétricos de 5 a 9 cm. de largo, solitarios, rara vez por pares, de color moreno rojizo, brillantes con pedúnculos semiocultos, de 4 a 6 mm. Al caer el cono, frecuentemente lleva un pedúnculo y nunca lleva en él las escamas basales. Escamas algo débiles y quebradizas, con ápice grueso y borde obtuso o redondeado, miden de 2 a 3.5 cm de largo por 13 a 15 mm de ancho al nivel de la quilla; con apófisis algo achatada, cúspide aplana, con espina delgada, oscura, persistente de 1.5 a 2 mm.

La madera es ligera, con el duramen levemente rosado y con 1 albura de color amarillo brillante cuando se seca, color más intenso en los árboles gruesos y viejos (Martínez, 1948; Eguiluz, 1985).



FIGURA 8. Pinus cooperi Blanco . (1) Corte transversal de una hoja; (2) Rama y Hojas; (3) Fascículo; (4) Cono abierto ; (5) Semilla, (Martínez , 1948).

A.1.2) Distribución y ecología.

Su distribución abarca desde Coahuila, Chihuahua y Durango, las elevaciones en las que comúnmente se encuentra va desde los 1800 a 2700 msnm. Suele encontrarse en terrenos húmedos y profundos y se le ve asociado con Pinus leiophylla, Pinus teocote, Pinus ponderosa, Pinus engelmanni, Pinus durangoensis, y Pinus cooperi orientalis. (Figura 6).

A.2) Características generales de Pinus montezumae Lamb.

Martínez (1979) menciona los nombres comunes con los que se conoce a este pino: Chalmita Blanca (Ver.), Pino montezuma, Pino real, Yut-nu, Sat-nu (Oax.).

A.2.1) Origen y morfología. (Fig. 9).

Especie muy variable. Aparentemente el Pinus montezumae, se cruzó con P. hartwegii y posiblemente con otros pinos del mismo grupo montezumae también con el P. pseudostrobus, debido a esto tal especie presenta muchas variedades. (Mirov, 1967).

Árbol de 20 a 35 mts. con un diámetro de 30 a 70 cm., con la corteza moreno rojiza, gruesa, áspera y agrietada, desde que el árbol es joven, ramas extendidas, frecuentemente bajas que forman una copa irregularmente redondeada, ramillas morenas y muy ásperas con las bases de las brácteas persistentes y abultadas, cortas y muy aproximadas, que comúnmente se descaman. Hojas en grupos de 5 ocasionalmente 4. Anchamente triangulares, color verde oscuro de 14 a 21 cm. de largo. medianamente gruesas y fuertes, extendidas y colgantes, flexibles con los bordes aserrados y con estomas en las tres caras. Canales resiníferos

de 2 a 6, medios rara vez con 16 2 internos. Dos haces vasculares. Vainas de 10 a 20 mm. anilladas de color castaño al principio y muy oscuras después. Yemas largamente ovoides morenas y vellosas. Conillos oblongos de color púrpureo, con escamas anchas armados de punta extendida.

Conos largamente ovoides, ovoide cónico u oblongo cónico; levemente asimétricos o algo encorvados de 8.5 a 15 cm., caedizos de color moreno opacos o levemente lustrosos; colocados por pares o en grupos de tres; extendidos o ligeramente colgantes, casi sésiles o sobre pedúnculos de 10 a 15 mm. generalmente dejan el pedúnculo en la ramilla. Escamas numerosas, gruesas, duras y fuertes de 25 a 35 mm. de largo por 13 a 17 mm. de ancho; ápice anguloso; apófisis levantada subpiramidal, cúspide poco saliente con espina corta y pronto caediza. Semilla vagamente triangular de unos 6 a 7 mm; ala oscura de unos 20 mm. de largo por 7 mm. de ancho.

La madera es blanca, resinosa y fuerte (Martínez 1948; Equiluz 1985).

A.2.2) Distribución y ecología.

Su distribución abarca los siguientes estados: Coahuila, Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. También se ha encontrado en Guatemala.

La altitud desde la que comúnmente se encuentra va desde los

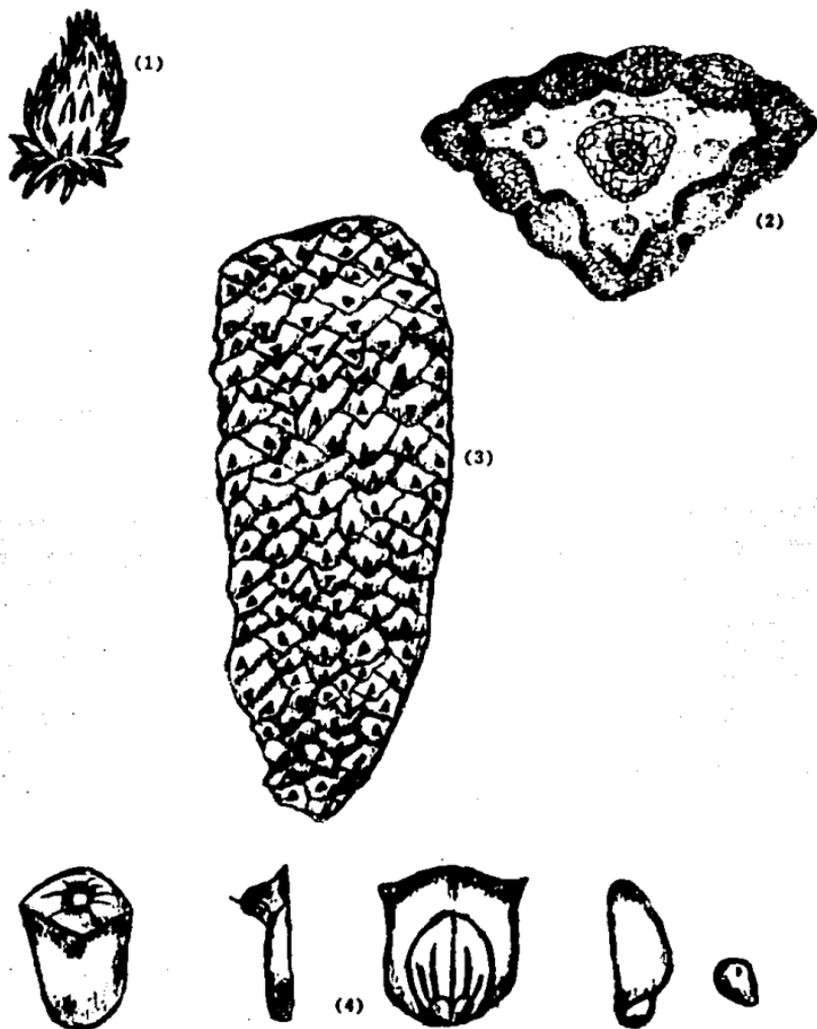


FIGURA 9. (1) Yema con amentos masculinos; (2) Corte transversal de la hoja de Pinus montezumae Lamb. (3) Cono; (4) Semilla. (Martínez, 1948 ; Shaw, 1978).

900 a 3350 msnm, pero alcanza su mejor desarrollo de 2400 a 2800 msnm (Figura 11). Se encuentra asociado con numerosos pinos mexicanos, y probablemente cruzado con alguno de ellos.

A.3) Características generales de Pinus patula Schiede.

Critchfield y Little (1966), mencionan que ha este pino se le conoce también como pino lloron mexicano, Martínez (1979), menciona que el nombre común con el que se le conoce actualmente a esta especie es Ocote Colorado.

A.3.1) Origen y Morfología (Figura 9).

Pino mexicano que se ubica al Este, principalmente. Arbol de 15 a 35 m. de altura y hasta 80 cm. de diámetro, con corteza escamosa y roja, sobre todo en la parte superior del tronco, ramas colocadas irregularmente, ramillas rojizas y escamosas con ligero tinte blanquecino en sus partes más tiernas, las ramas son delgadas y la copa más o menos redondeada.

Las hojas están en fascículos de 3, 4 o 5 y miden de 15 a 30 cm. de largo, son delgadas colgantes, de color verde claro, brillante, con los bordes finamente aserrados. Canales resiníferos medios, en número de 1 a 4 a veces 1 o 2 internos; dos haces vasculares; las vainas son persistentes, fuertes, algo cenicientas de 10 a 15 mm. las yemas son amarillentas, largas y erguidas. Los conillos son laterales, pedunculados, algo atenuados en ambas extremidades, con las escamas extendidas y provistas de una punta fina y caediza.

Conos largamente cónicos de 7 a 9 cm. de largo, duros,

sésiles, reflejados, algo encorvados, oblicuos y puntiagudos en grupos de 3 a 6. Frecuentemente se ven en el tronco y en las ramas gruesas, en este caso suelen ser solitarios quedando embutidos en la corteza. Su color es amarillo ocre, con tinte rojizo, lustrosos tenazmente persistentes y se abren parcialmente en diferentes épocas del año, empezando en Diciembre. Las escamas son duras, casi uniforme con el apice redondeado; umbo deprimido, con una punta oscura muy pequeña miden unos 30 mm. de largo por unos 12 a 14 de ancho. La semilla es casi triangular, aguda de color moreno, incrustada hasta la mitad de su ala de 13 mm. de largo, algo engrosada en la base, color café claro con estrias oscuras.

La madera es suave, débil, de color claro ligeramente amarillento, con vetas moreno palidas; maleable y poco resinosa.

A.3.2) Distribución y ecología. (Figura 11).

La zona de vegetación de Pinus patula Schiede, abarca los estados: Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz.

Esta especie crece en lugares templados y semicalidos de preferencia húmedos. La altitud a la que comunmente se encuentra va desde los 1500 a 3000 msnm. (Martínez, 1948; Mirov, 1967).

Este pino se encuentra frecuentemente asociado con Pinus teocote.

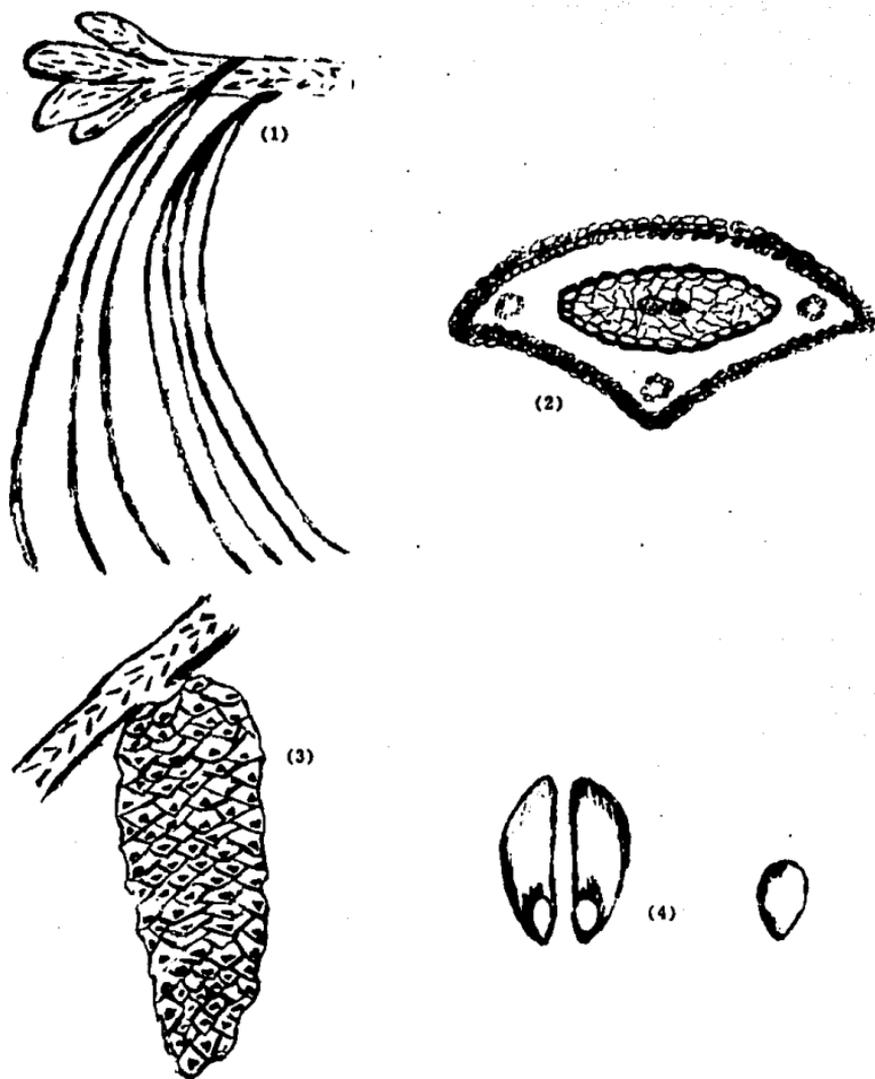


FIGURA 10. *Pinus patula* Schiede. (1) Hojas y yemas; (2) Corte transversal de la hoja; (3) Cono; (4) Semilla. (Martínez, 1948; Shaw, 1978).

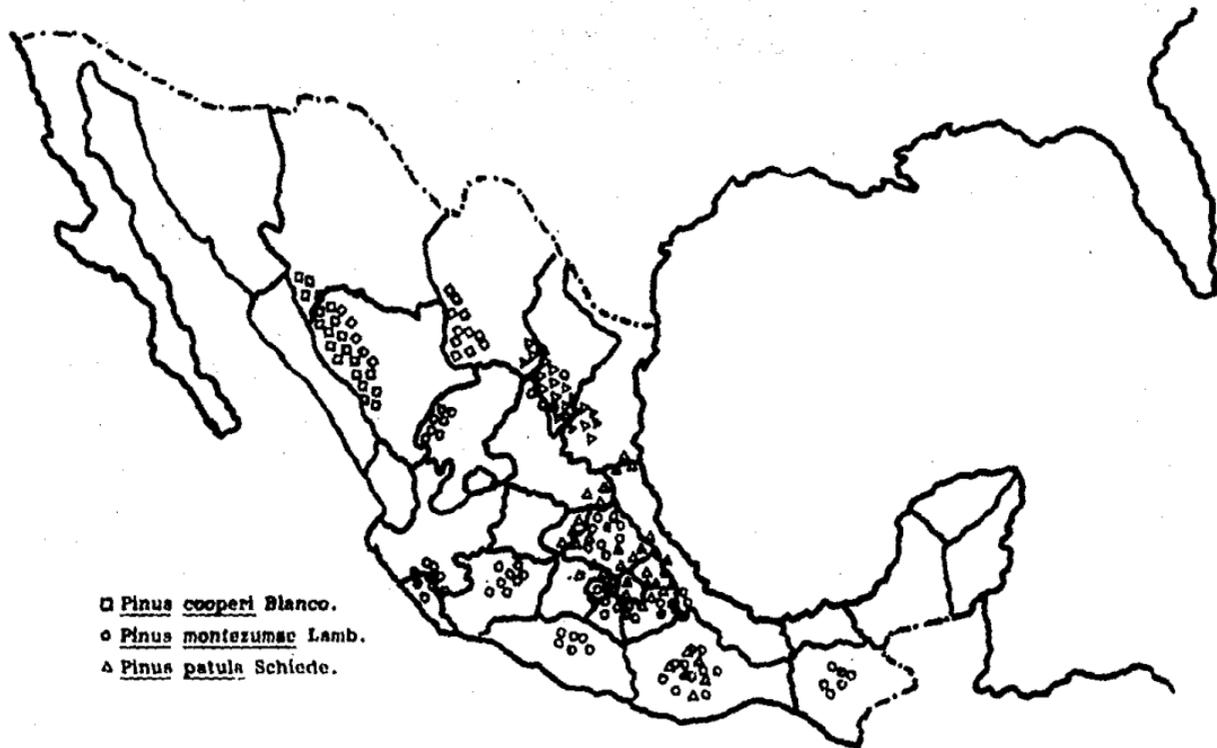


FIGURA 11. Distribución geográfica de Pinus cooperi Blanco, Pinus montezumae Lamb, y Pinus patula Schiede , en México (Critchfield, 1966).

B) Usos e Importancia de los pinos.

De los pinos se obtienen dos clases de productos: los primarios, como son la madera, trementina, semillas, etc. según las especies; y los secundarios, como el carbon, el aguarras, la brea, el ácido piroleñoso, el alquitran, el alcohol metílico, etc.

Entre las especies ricas en trementina, podemos mencionar a Pinus cooperi Blanco y Pinus montezumae Lamb, ésta se encuentra localizada en la corteza y en las capas más exteriores del leño. La destilación de la trementina produce un 20% de aguarras, 70% de brea y 10% de desperdicios. El aguarras se usa como disolvente de hule y de otras sustancias, para la fabricación de pinturas y barnices, en el estampado de tejidos de lana y algodón y para la síntesis de alcanfor, como uso medicinal también se utiliza para la confección de diversos emplastos, unguentos, linimentos. La esencia de trementina ayuda contra el reuma y otros dolores.

La brea tiene amplios usos en la fabricación de jabones, papel, tintas, lubricantes, lacas y linoleos.

Para la producción de madera podemos mencionar a Pinus montezumae Lamb y Pinus patula Schiede, en donde el primero debido a sus características de madera fuerte y resistente se destina a la construcción y el segundo debido a que es una madera maleable y poco resinosa se destina a la producción de cajas.

ANEXO II

Ejemplos de cálculo de necesidades de semilla para obtener 100,000 plantas. Se utilizó la fórmula (5) y los datos se tomaron del ANEXO III.

Probando el factor de campo obtenido en este trabajo:

Lote 655, Pinus montezumae Lamb.

$$T = \frac{100,000}{(41,649)(1)(0.7625)(0.73)} = 4.31 \text{ kg de semilla.}$$

Probando el factor de campo propuesto por Vidal (1962):

$$T = \frac{100,000}{(41,649)(1)(0.7625)(0.5)} = 6.30 \text{ kg. de semilla.}$$

2) Probando el factor de campo obtenido en este trabajo:

Lote 464 Pinus patula Schiede.

$$T = \frac{100,000}{(100,030)(0.99)(0.56)(0.42)} = 4.29 \text{ kg. de semilla.}$$

Probando el factor propuesto por Vidal (1962):

$$T = \frac{100,000}{(100,030)(0.99)(0.56)(0.5)} = 3.61 \text{ kg. de semilla}$$



CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS
DEL DISTRITO FEDERAL



57

Ar. Program No. 5

Visitas de Coyoacán

04110, México, D.F.

MEMORANDUM NUM. 103.D.F.1.1.-

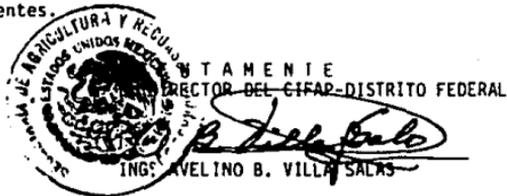
Coyoacán, D.F., a 17 de noviembre de 1989.

2902

C. ERENDIRA LOPEZ GOMEZ TAGLE
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN, INGENIERIA AGRICOLA
P R E S E N T E

Respecto a la información que solicitó acerca de la calidad de las semillas de las colecciones existentes de Pinus cooperi, P. montezumae y P. patula, el Banco de Germoplasma garantiza la identidad de las especies y su estado fitosanitario.

Relacionado a las pruebas realizadas en el Laboratorio y campo se anexa a la presente los datos correspondientes.



S.R.F.A.F.

Inst. Nal. de Invest. Forestal y Agropecuarias
CIFAP - D. F.

C.c.p.- Ing. G. Jaime Carrillo Sánchez.- subdirector de Operación de la Investigación del CIFAP-D.F.- Presente.

ABVS: [Signature] psm

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS

NOMBRE CIENTIFICO	LOTE	% PUREZA	# DE SEM./Kg. CON IMPUREZAS	% DE SEM. VIVAS	%GERMINACION LABORATORIO	%GERMINACION EN CAMPO	%HUMEDAD
<u>Pinus cooperi</u> Blanco.	4	100	42,527	14	59.2	51.33	10.38
	707	98	57,077	45	64	51.66	9
	708	97	49,091	48	45	42.33	10
	709	96	53,078	38	61,5	46.66	7
<u>Pinus montezumae</u> Lamb.	129	100	29,444	1	2,5	13	7
	248	97.7	52,220	12	15.25	8.67	7
	250	99.9	43,840	16	20,50	16.67	9.5
	350	99.	52,301	4	36.25	25.67	9.23
	471	99	47,169	8	37	22.33	9.07
	572	100	44,208	19	42	34	12
	628	99	71,994	14	60	27.33	10.5
	655	100	41,649	18	76.25	58.67	10.5
	747-A	99	41,666	19	52.25	40.33	10
	747-B	100	43,668	22	49.75	32	11
	807	99	36,284	1	89	74.33	13
<u>Pinus patula</u> Schiede.	340	94	118,483	2	27	8.7	14
	356	86	85,251	1	28.25	11	8.07
	383	97	105,708	1	72	23	11.92
	464	99	100,030	1	56	32.27	6.92
		96	101,626	1	20	9	13.5
		97	112,739	3	81.7	26.7	15
		98	99,800	2	74	41	12.5
		99	123,609	2	74	40	11
		97	117,233	2	74	29	10.5
		98	116,279	7	67	23	9
	98	113,279	2	22	6	8.9	

[Handwritten signatures]



S. D. P. A. I.

Instituto Nacional de Invest. Forestal y Agr.
INIAF - D. E.

BIBLIOGRAFIA

- Bleasdale, J.K.A. 1977. Plant Physiology in relation to Horticulture, American Edition. The Avi Publishing Company, N.C. Westport. Connecticut. USA. p.p. 1-22.
- Bonner, F.T. 1987. Evaluation of seed vigor in longleaf, short-leaf, virginia and eastern white pines. Proceedings of the Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conf. USDA Forest Serv. Gral. Techn, Rep. SE-42, pp. 77-80.
- Bonner, F.T. Testing for seed quality in Southern Oaks. Southern Forest Experiment Station. SO-306, p.p. 77-80
- Bonner, T. F. and Vozzo J.A. 1982. Measuring southern pines seed quality with a conductivity meter does it work? South, Nursery Conf. USDA Forest Service. USA. pp. 97-105.
- Boyd, C.W. 1969. A better estimation of nursery survival used in the sowing formula. Tree Plant Notes. Vol 20 (No.3). p.p. 21-24
- Camacho. M.F. 1987. Dormición de semillas, aspectos generales y tratamientos para eliminarlos. Tesis Profesional, Ingeniero Agronomo Esp. Fitotecnia. Universidad Autonoma de Chapingo. México. pp 12-14
- Camacho, M.F. Morales, V.G. y Morfin, L.L. 1988. Uso de la distribución binomial para optimizar el empleo de semillas agrícolas. III Reunión de Investigación. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. Resumen AGO3. Mexico.

- Camacho, M.F. 1989. Fórmulas para reducir los requerimientos de semillas en siembras directas en viveros forestales. Congreso Forestal Mexicano. Academia Nacional de ciencias Forestales. México. Tomo II. p.p. 804-809.
- Camacho M.F. 1989. Utilidad de los ángulos de soleamiento en agronomía y su inclusión en los programas de estudio. Memoria de la II Reunión Nal. de Agrometeorología. UACH. México. p.p. 11-20.
- Critchfield, W.B. and Little Elbert L. Jr. 1966. Geographic Distribution of the Pines of the World. USA. Forest Service Department of Agriculture. Washington, D.C. pp. 85, 94-95.
- Cuevas Rangel Rosalia Adela. 1985. Situación actual de los viveros de algunos estados de la República Mexicana. Tercera Reunión Nacional sobre plantaciones forestales. Publicación Especial R48. México. SARH. pp. 320-337.
- Dalianis, C.D. 1980. Rate of radicle emergence as measure of seedling emergence and vigour in cotton (Gossypium hirsutum). Seed Sci. and Technol (10): 35-44.
- Elliot, W.T; Ralph, S.G. y Barbour, M.G. 1980. Botánica. Sed. Limusa. México p.p. 615-635.
- Equiluz Piedra Teobaldo. 1985. Descripción botánica de los pinos Mexicanos. IX congreso Forestal Mundial. SARH / FAO. Universidad Autónoma de Chapingo. p.p. 7, 24, 25, 31, 32.
- Galloway, G. y Borgo, B. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra peruana. Proyecto FAO- Holanda-INFOR. Peru. p.p. 29-30.

- Infante Said, G. y Zarate Lara. 1984. Métodos Estadísticos, un enfoque interdisciplinario. ED. Trillas. México. p.p. 463-524.
- Maguire James D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2: 176-177.
- Martínez Maximino. 1979. Catálogo de Nombre vulgares y Científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 1147-1150.
- Martínez Maximino. 1948. Los pinos Mexicanos. Segunda Ed. Ed. Botas. México. 1-330.
- Mirov N.T. 1967. The Genus Pinus. Ronald Press Company. USA. p.p. 210-226.
- Morales Vidal Guadalupe y Camacho Morfin Francisco. 1985. Formato y Recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional de Plantaciones. SARH. Publicación Especial R4B. México. p.p. 123-138.
- Moreno Ernesto. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. UNAM. Instituto de Biología. México. p.p. 167-221.
- Nava S.M.M.R. 1987. Determinación de Directrices para la Prueba de Tetrazolium en las semillas de Pinus lambertiana Dougl. y Schinus molle L. Tesis Profesional. Biología. Facultad de Ciencias. UNAM, México, p.p. 8-10.
- Naylor R.E.L. 1981. An evaluation of various germination indices for predicting differences in seed vigour in Italian Ryegrass. Seed Sci. and Tech. 9: 593- 600.

- Neri Franca. 1979. Sanos y Jóvenes con las Plantas medicinales. Ed. Vecchi. Barcelona, España. p.p. 218-221.
- Padilla M.S. 1983. Manual del Viverista. CICAFOR. No. 32. Perú. p. 63
- Padilla Torres David. 1989. Análisis de Índices germinativos para determinar la calidad de semilla de Pinus montezumae Lamb. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. p.p.90.
- Patiño Valera Fernando. 1973. Flowering, fruiting, cone collection and some aspects from seed of the mexican pines. International Symposium on Seed Processing. Vol. 2 Paper No. 22. Berger, Noruega.
- Patiño V.F.; Garza P. de la; Villagómez, A.Y.; Talavera A.I. y Camacho Morfin F. 1983. Guía para la recolección y Manejo de semillas de especies forestales. Ins. Nal. de Inv. Forestales. Bol. Div. No. 63. México. 190pp.
- Quer Font. 1980. Plantas Medicinales. 6a Edición. Ed. Labor. México. p.p. 90-93.
- Rzedowsky Jerzy. 1983. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. p.p. 283-316.
- Sánchez Sánchez, Oscar. 1980. La Flora del Valle de México. Sexta Edición. Ed. Herrero S.A. México p.p. 17-24.
- Shaw George, Russell. 1978. Los Pinos de México. Segunda Edición. Comisión Forestal. Serie Técnica Reforestación No. 15. Michoacán. México. p.p. 29.

Steel Robert G.D. y Torrie H. James. 1985. Bioestadística.
Segunda Edición. Ed. Iberoamericana. México.
p.p. 179-180, 231-361.

Van Haeff J. N. M. y Berlijn D. Johan. 1982. Horticultura.
Manuales para educación agropecuaria. Producción vege-
tal-SEP/Trillas. p.p. 68-70

Vidal J. José. 1962. El Pino. Ed. UTMEA. México.
p.p. 49- 53.

Wakeley C. Philip. 1954. Planting the Southern Pines. USDA
Forest Service Agriculture Monograph. No. 18. USA.
p.p. 72-75.