

ANÁLISIS Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Pinus arizonica* Engelm. y *Pinus durangensis* Mart.

G. Meraz-G.; R. Bonilla-Beas

División de Ciencias Forestales, Universidad autónoma Chapingo, Chapingo, Méxco. C. P. 56230.

RESUMEN

En el presente estudio se llevó a cabo el análisis de germinación y la evaluación de tratamientos pregerminativos (métodos de estratificación y profundidad de siembra) en semillas de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis*, procedentes de la zona Noroeste del estado de Durango.

En *Pinus arizonica*, el remojo en agua oxigenada al 3 % por 12 horas ocasionó la mayor germinación de (96.7 %), mientras que en *P. durangensis* la mayor germinación (85.5 %) se obtuvo sin escarificar la semilla. En ambas especies, el tratamiento de escarificación que presentó menor germinación fue el de semilla sumergida en agua a punto de ebullición por 30 segundos.

El mayor porcentaje de germinación en ambas especies se obtuvo en las profundidades de 1.0 y 1.5 cm con 97 y 89 % de germinación en *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis*, respectivamente. Asimismo, el menor porcentaje de germinación se obtuvo a los 3.0 cm de profundidad.

PALABRAS CLAVES: Escarificación, profundidad de siembra, plántula.

ANALYSIS AND PREGERMINATIVE TREATMENTS ON SEEDS OF *Pinus arizonica* Engelm. AND *Pinus durangensis* Mart.

SUMMARY

This work consists on the analysis of germination and evaluation of pregerminative treatments (scarification and depth seeding methods) on seeds of *Pinus arizonica* and *Pinus durangensis* collected from the northwest region of the Mexican State of Durango.

On the *Pinus arizonica*, the seeds submerged in oxygenated water at 3 % for 12 hours, to, cause the greater germination of seeds. (96.7 %), meantime of the *Pinus durangensis* the greater germination (85.5 %) of obtain without scarification the seeds. For both species, seeds submerged in boiling water of 30 seconds presented the least germination rate.

For both species, the greatest germination rate was obtained at depths of 1.0 and 1.5 cm, with a germination rate of 97 and 89 % in *Pinus arizonica* and *Pinus durangensis*, respectively. So the lowest germination rate was obtained at a depth of 3.0 cm.

KEY WORDS: Scarification, depth seeding, plantulae.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los bosques naturales de nuestro país se han visto seriamente dañados por diferentes razones, especialmente, los bosques de clima templado y tropical. Lo anterior ha traído como consecuencia un estado de desequilibrio ecológico, así como la desaparición de un sinnúmero de árboles con características superiores a causa del aprovechamiento selectivo de que ha sido objeto el bosque (Niembro, 1979). Gracias a la gran demanda de

productos forestales en el estado de Durango, se busca la necesidad de fomentar las especies consideradas como las más importantes comercialmente, por medio de plantaciones o siembras directas, y sobre todo lograr una producción favorable de éstas en el menor tiempo posible.

Una de las alternativas y tal vez la única posibilidad real que se tiene para conservar tanto en el tiempo como en el espacio el recurso forestal, la constituye el desarrollo

integral de líneas de investigación sobre la biología, métodos y principios de manejo de semillas forestales. Esta fuente de material genético representa la materia prima a partir de la cual es posible llevar a cabo la reconstitución de áreas forestales degradadas, como el establecimiento de plantaciones de especies útiles a bajo costo.

Los métodos por los que damos comienzo en esta investigación para cumplir con estos propósitos, aportar información que complementa los estudios ya realizados y así, ofrecer facilidades para su propagación, son: análisis y tratamientos de semillas en *Pinus durangensis* Mart. y *Pinus arizonica* Engelm., que son dos de las especies de mayor importancia comercial en el estado de Durango.

En el análisis de semilla se evalúa la morfología y anatomía, la pureza, el peso (número de semillas por kilogramo), el contenido de humedad, la vialidad y el vigor para germinar (Bonner, 1974).

Los tratamientos consistieron en determinar el mejor método de escarificación y la profundidad óptima de siembra en semillas de *Pinus durangensis* y *Pinus arizonica*, tomando en cuenta, que la escarificación es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y los gases (Hartmann y Kester, 1962).

MATERIALES Y MÉTODOS

La semilla de *Pinus arizonica* fue colectada en marzo de 1993, en el paraje la Medalla, Ejido Llano Grande, municipio de Tepehuanes, Durango. La semilla de *Pinus durangensis* fue colectada en noviembre de 1995, en el Predio Cañada de la Cebadilla, perteneciente al municipio de Canelas, Durango.

Con el fin de determinar el tamaño de las semillas de cada especie, de 100 semillas, se tomó una muestra de 10 semillas en forma aleatoria, con un vernier se les midió el ancho y largo con aproximación a décima de milímetro. Para la descripción de la estructura interna, después de remojar las semillas en 100 mililitros de agua potable por 24 horas, se les efectuó un corte longitudinal a las semillas y con la ayuda de una lupa estereoscópica, se observaron las partes de la semilla. Para determinar la pureza de la semilla por medio del Método AOSA, citado por Bonner (1974), se tomaron 3 muestras de 100 semillas de cada especie. Se pesaron en una balanza de dos platos con aproximación a décima de gramo y posteriormente se pesó la semilla totalmente pura, con estos datos se obtuvo el porcentaje de pureza en peso. El peso (número de semillas por kilogramo) fue determinado de acuerdo con ISTA (1966) citado por Bonner (1974); para ello se tomaron 8 muestras de 100 semillas limpias por especies, se pesaron en una balanza de dos platos con aproximación a décima de gramo y con este peso, mediante la regla de tres simple, se obtuvo el número de semillas por kilogramo de cada especie.

En la determinación de contenido de humedad se colocaron en cajas de petri 4 muestras de 100 semillas de cada especie, se pesaron en una balanza electrónica con aproximación a centésima de gramo. Posteriormente se tomaron dos cajas de petri (conteniendo las semillas) por especies y se introdujeron en una cámara de calor, a una temperatura de 105 °C por un período de 8 horas, tomando mediciones cada 2 horas hasta obtener un valor constante. Al mismo tiempo, las cajas de petri restantes se introdujeron en otra cámara de calor (con las mismas características que las antes descritas) a una temperatura constante de 80 °C por un lapso de 14 horas, tomando mediciones a las 12, 13 y 14 horas transcurridas hasta obtener un valor constante. Se calculó el contenido de humedad con base en el peso húmedo de acuerdo con (Bonner, 1974).

Para estimar la viabilidad de las semillas se tomaron cuatro muestras de 50 semillas por especie y se dejaron remojar con solución tetrazolio al 1 % por 24 horas en un ambiente controlado sin luz a 30 °C, con base en el principio establecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (1986). El porcentaje de viabilidad, se obtuvo dividiendo el número de semillas teñidas entre el número de semilla muestreadas. Sin aplicar tratamiento alguno, en una cámara provisional con luz y temperatura a 30 °C, se determinó la germinación potencial y energía germinativa en un 85 % de la germinación final para ambas especies.

Con el fin de conocer los efectos que tienen los tratamientos pregerminativos en las especies estudiadas, a muestras de 100 semillas con cuatro repeticiones, de cada especie se les aplicaron los siguientes tratamientos: (a) escarificación mecánica; (b) remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas; (c) remojo en agua a punto de ebullición durante 30 segundos; (d) remojo en agua oxigenada al 3 % durante 12 horas; y (e) control. Las muestras se introdujeron a una cámara de ambiente controlado con fotoperíodos de 16 horas luz a 30 °C y 8 horas de obscuridad a 25 °C, en un diseño completamente al azar. Se tomaron datos de la germinación acumulada en un período de 18 días. Para analizar la germinación potencial, se realizó un análisis de varianza y la prueba de Duncan para comparar las medias de germinación entre los tratamientos.

En el ensayo de profundidad de siembra, en una cama de crecimiento, dentro del invernadero, se incorporó arena de río esterilizada y tierra de monte en proporción de 3.1 y por medio de un diseño de bloques aleatorizados con seis tratamientos (profundidades) y cuatro repeticiones se realizó la siembra de semillas de ambas especies por separado, utilizando 6 profundidades desde 0.5 hasta 3.0 cm con intervalos de 0.5 cm. Se utilizaron 25 semillas por unidad experimental.

A los nueve días de sembrada la semilla se comenzaron a tomar los datos para evaluar la germinación potencial y la energía germinativa, considerada en el tiempo

en que la semilla alcanza una germinación igual al 75 % de la final, en ambas especies. Posteriormente se tomaron mediciones relacionadas a otras variables, con el fin de determinar las características generales cualitativas y cuantitativas de las plántulas, con base en las características fenológicas determinadas en el estudio realizado por Hernández y Reyes (1996). Todas las variables se sometieron a un análisis de varianza y a la prueba de Duncan, para comparar medias de dichas variables entre las distintas profundidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología y anatomía de la semilla. El tamaño promedio de la semilla de *Pinus arizonica* es de 3.7 mm de ancho y 5.3 mm de largo. Para el caso de *Pinus durangensis*, el tamaño promedio de la semilla es de 4.0 mm de ancho y 5.7 mm de largo. Estos resultados coinciden con los que establecen Martínez (1948) y Perry (1991), donde *Pinus arizonica* es de 6 a 7 mm de largo y *Pinus durangensis* de 5 a 7 mm de largo.

La forma externa de la semilla de *Pinus arizonica* es oval y la de *Pinus durangensis* es vagamente triangular; ambas especies presentan una testa dura pero un tanto delgada comparada con la de los pinos piñoneros. El color de la testa es de parduzco a gris claro en *Pinus durangensis* y en el caso del *Pinus arizonica* es de color café oscuro. Todas estas características concuerdan con las descritas por (Martínez, 1948).

Internamente, las semillas de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* presentan un endospermo y un embrión poco visibles, de color blanco ostión y color blanco marfil respectivamente; las otras partes internas de las semillas de acuerdo con las descritas por Niembro (1980), son: gametofito femenino, hojas cotiledonares, micrópilo y radícula (Figuras 1 y 2).

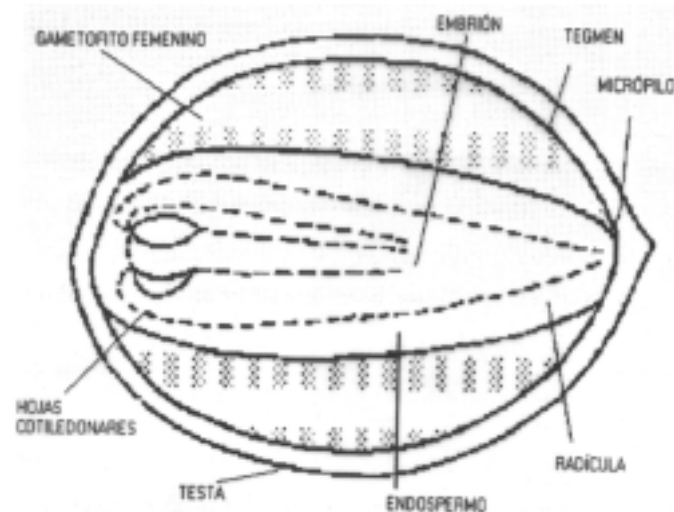


Figura 1. Corte longitudinal de una semilla de *Pinus arizonica*.

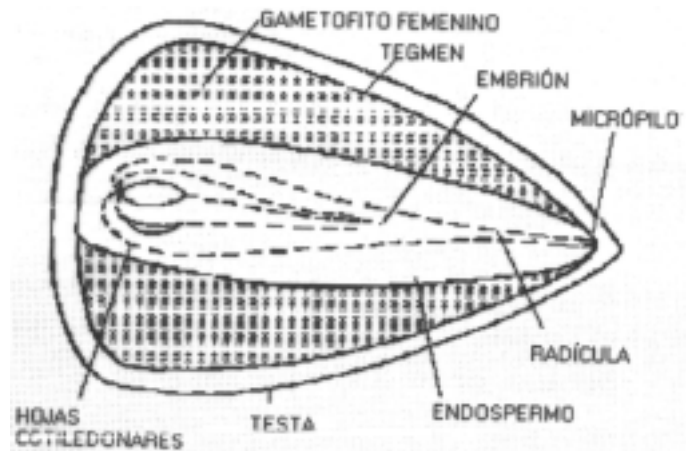


Figura 2. Corte longitudinal de una semilla de *Pinus durangensis*.

Peso (número de semillas por kilogramo). Para *Pinus arizonia* el peso promedio de 100 semillas resultó ser de 2.925 gramos, los que equivale a 34,188 semillas por kilogramo, valor más alto que el establecido por Patiño *et. al.* (1983).

En el caso de *Pinus durangensis* el peso promedio de 100 semillas es de 2.325 gramos, lo que representa 43,011 semillas por kilogramo. Este valor está dentro de los límites promedio y alto del número de semillas por kilogramo establecidos por Patiño *et. al.* (1983).

Contenido de humedad. En cuanto a contenido de humedad, el valor promedio en las muestras de semillas, con base en el peso húmedo fue: de 8.86 % para *Pinus arizonica* y de 7.52 % para *Pinus durangensis*.

Viabilidad de la semilla. En el análisis de viabilidad el valor promedio en la cantidad de semillas teñidas con tetrazolio resultó ser de 80 % para *Pinus arizonica* y de 94.5 % para *Pinus durangensis*. Se detecta que la semilla de *Pinus durangensis* presenta una viabilidad significativamente más alta, comparada con la semilla de *Pinus arizonica*. Esto puede ser debido a diversos factores relacionados con la especie, fecha de colecta, manejo de la semilla, o almacenamiento de la semilla entre otras.

Germinación potencial y energía germinativa. Sin aplicar ningún tratamiento pregeminativo la semilla de *Pinus arizonica* tuvo un 78 % de germinación potencial y una energía germinativa de 5 a 6 días; en ese período se alcanzó el 85 % de la germinación final. En el caso de *Pinus durangensis* la germinación potencial fue del 79 % con una energía germinativa de 6 a 12 días.

Prueba de escarificación. Los resultados de la germinación acumulada muestran que el mayor porcentaje de germinación en semilla de *Pinus arizonica* fue de 96.75 % con el tratamiento de remojo en agua oxigenada por 12 horas, aunque es mínima la diferencia en comparación con

la germinación del testigo, la cual fue del 96.25 %. Es importante mencionar que en el tratamiento 3 (semilla sumergida en agua a punto de ebullición por 30 segundos), no germinó una sola semilla de esta especie.

Por otro lado, el mayor porcentaje de germinación acumulado en semillas de *Pinus durangensis* fue de 85.5 % en el testigo, siguiéndole el tratamiento de escarificación mecánica con 83.25. Así mismo, el menor porcentaje de germinación para esta especie fue de 34.25 % obtenido con el tratamiento 3 (semilla sumergida en agua a punto de ebullición por un período de 30 segundos).

En el análisis de varianza realizado para la germinación de semillas de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* en condiciones de ambiente controlado se indica que existe una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en ambas especies, a nivel de probabilidad del 1 % (Cuadro 1 y 2).

CUADRO 1. Resultados de análisis de varianza para la germinación de *Pinus arizonica* empleando diferentes tratamientos pregerminativos en ambiente controlado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fo.	(F>fo)
Tratamiento	4	27217.70000	6804.425000	198.86	0.0001**
Error	15	513.2500000	34.21666667		

**Indica que existe diferencia entre las medias de los tratamientos con $P \leq 0.01$

CUADRO 2. Resultados del análisis de varianza para la germinación de *Pinus durangensis* empleando diferentes tratamientos pregerminativos en ambiente controlado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fo.	(F>fo)
Tratamiento	4	7503.800000	1875.950000	48.52	0.0001**
Error	15	580.0000000	38.66666667		

**Indica que existe diferencia entre las medias de los tratamientos con $P \leq 0.01$

CUADRO 3. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan ($P \leq 0.01$) en el análisis de germinación de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* en ambiente controlado.

Especie	Tratamiento	Germinación (%)
<i>Pinus arizonica</i>	Remojo en H ₂ O ₂ al 3 % durante 12 hs.	96.75 A
	Testigo	96.25 A
	Escarificación con lija	89.75 A B
	Remojo en agua a temperatura ambiente por 24 hs	82.25 A B
	Semilla sumergida en agua a punto de ebullición por 30 segundos.	0.000 C
<i>Pinus durangensis</i>	Testigo	87.25 A
	Escarificación con lija	83.25 A
	Remojo en H ₂ O ₂ al 3 % durante 12 hs.	81.50 A B
	Remojo en agua a temperatura ambiente por 24 hs.	73.25 B
	Semilla sumergida en agua a punto de ebullición por 30 segundos	34.25 C

CUADRO 4. Resultados del análisis de varianza para la germinación de semillas de *P. arizonica* en diferentes profundidades de siembra en condiciones de invernadero

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fo.	P(F>fo)
Bloque (Rep.)	3	0.46926148	0.15642049	0.31	0.8173
Tratamiento	5	134.91780917	26.98356183	53.61	0.0001

CUADRO 5. Resultados del análisis de varianza para la germinación de semillas de *P. durangensis* en diferentes profundidades de siembra en condiciones de invernadero.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fo.	P(F>fo)
Bloque (Rep.)	3	2.30808966	0.76936322	1.96	0.1638
Tratamientos	5	164.34415594	32.86883119	83.64	0.9991

De acuerdo a las agrupaciones de la prueba de Duncan (Cuadro 3), los mejores tratamientos de escarificación para *Pinus arizonica* resultaron ser (en orden descendente), el remojo en agua oxigenada al 3 % por 12 horas, el control y la escarificación mecánica. Para *Pinus durangensis* los mejores tratamientos fueron (en orden descendente) el testigo, la escarificación mecánica y el remojo en agua oxigenada al 3 % por 12 horas. En ambas especies el tratamiento que ocasionó la menor germinación de semillas fue el sumergir la semilla a agua en punto de ebullición durante 30 segundos.

Efecto de la profundidad de siembra. El mayor porcentaje de germinación en ambas especies se obtuvo sembrando las semillas a una profundidad de 1.0 y 1.5 cm para *P. arizonica* y *P. durangensis*, respectivamente. Con estas profundidades, la primera especie tuvo un 97 % de germinación y la segunda un 89 %. La energía germinativa de 11 a 19 días en *P. arizonica* y de 14 a 22 días en *P. durangensis*. En ambos casos con una profundidad de 0.5 cm se obtuvo la mayor germinación en el menor tiempo; sin embargo, con esta profundidad de siembra la mayoría de las plántulas se acamaron y finalmente murieron muchas de ellas debido a la poca profundidad.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en las dos especies. (Cuadros 4 y 5).

De acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan se observa un orden secuencial entre los tratamientos de profundidad en cuanto al número de días para la germinación; es decir, a menor profundidad, las semillas germinaron más rápido, en *P. arizonica* se da una estrecha similitud entre la profundidad de 0.5 y 1.0 cm.

En cuanto a las características cualitativas, ambas especies presentaron hojas primarias de borde aserrado; aunque la mayoría de las plántulas de *P. arizonica* presentó disposición ascendente de hojas cotiledonares; forma acicular de hojas primarias hipocotilo uniforme; y ápice no inclinado. En cambio, las plántulas de *P. durangensis* presentaron en su mayor parte disposición en forma de rehilete de hojas cotiledonares; forma acicular de hojas primarias; hipocotilo uniforme; y ápice inclinado. En ninguna de las especies se encuentran diferencias significativas entre tratamientos en el número de hojas cotiledonares. Lo mismo sucede con la disposición de hojas cotiledonares; la forma de las hojas primarias, la forma del hipocotilo, posición del ápice, longitud de hojas cotiledonares, longitud de hojas primarias y longitud de raíz. Otras variables que no mostraron diferencias significativas entre tratamientos en *P. durangensis* fueron el diámetro del cuello de la raíz, el peso total fresco de las plántulas, el peso fresco de la parte aérea y el peso seco radicular.

De acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, la mayor longitud de plantulas en ambas especies se obtuvo entre las profundidades de 0.5 a 1.5 cm.; la mayor longitud de hipocotilo en *P. arizonica*, se encontró en las profundidades de 0.5 y 1 cm y para *P. durangensis* en las profundidades de 0.5 a 1.5 cm.

En plántulas de *P. arizonica* la profundidad de siembra que ocasionaron una mayor longitud de hojas primarias fueron las intermedias (1.0 a 1.5); las que ocasionaron mayor longitud de raíz fueron 0.5, 1.5, 3.0, 1.0 y 2.0 cm. Y las que ocasionaron mayor diámetro de raíz fueron las profundidades de 3.0, 3.5 y 1.5 cm. Los de mayor peso fresco y seco totales, radicales y aéreos, se encontraron en las profundidades desde 0.5 hasta 2.5 en ambas especies. Por lo mismo, se puede concluir que el tratamiento 6 profundidad de (3.0 cm), la mayor profundidad de siembra produjo los menores valores para estas variables. Solamente para el peso radicular seco de *P. durangensis* no existió una diferencia significativa entre los tratamientos. Por último, el mayor número de hojas secundarias en ambas especies se presentó en las profundidades de 0.5 a 2.5 cm.

CONCLUSIONES

A) *Pinus arizonica*

Su semilla presenta un tamaño promedio de 5.3 mm de largo y 3.7 mm de ancho, una pureza promedio del 94.29 % y 34,188 semillas por kilogramo. Su contenido de humedad (con base en el peso húmedo) es de 8.86 %, con una variabilidad del 80 % y una germinación potencial (sin aplicar tratamiento alguno) de 78 %.

El mejor tratamiento de escarificación que en un momento dado puede ser aplicado a semillas de esta especie para obtener una mayor germinación es el remojo en agua oxigenada al 3 % por un período de 12 horas.

Para obtener una mayor germinación así como mejores características cualitativas y cuantitativas en plántulas de esta especie bajo condiciones de invernadero, la profundidad óptima de siembra fluctúa entre 1.0 y 1.5 cm.

B) *Pinus durangensis*

La semilla de esta especie presenta un tamaño promedio de 5.7 mm de largo y 4.0 mm de ancho, una pureza promedio del 93.77 % y 43,011 semillas por kilogramo. Con un contenido de humedad (con base en el peso húmedo) del 7.52 %, una viabilidad del 94.5 % y una germinación potencial (sin aplicar tratamiento alguno) del 79 %.

El mejor tratamiento pregerminativo que puede ser aplicado a semillas de esta especie, para obtener una mayor germinación en un ambiente controlado es el remojo en agua oxigenada al 3 % por un período de 12 horas.

Al igual que en *Pinus arizonica*, para obtener una mayor germinación y mejor calidad de plántulas, la profundidad óptima de siembra en semillas de esta especie fluctúa entre 1.0 y 1.5 cm bajo condiciones de invernadero.

LITERATURA CITADA

- BONNER T., F. 1974. Análisis de Semillas Forestales. Traducción libre del inglés por Dante Arturo Rodríguez Trejo. Serie de apoyo académico No. 47 Universidad. Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 53 p.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. 1986. Semillas. Editorial C.E.C.S.A. México, D.F. 1020 p.
- HARTMANN H., T.; KESTER D., E. 1962. Propagación de plantas. Editorial Continental, S.A. México, S.A. México.
- HERNANDEZ M., M.; REYES C., J. M. 1996. Variación morfológica de 21 especies de pinos mexicanos a nivel de plántulas. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Chapingo, México 136 p.
- MARTÍNEZ, M. 1948. Los pinos Mexicanos. Segunda Edición. Editorial Botas. México, D.F. 361 p.
- NIEMBRO R., A. 1979. Semillas Forestales. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 137 p.
- NIEMBRO R., A. 1980. Estructura y clasificación de semillas de especies forestales mexicanas. Departamento de Bosque. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 14 p.
- PATIÑO, DE LA GARZA; VILLAGÓMEZ TALAVERA; CAMACHO. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D.F. 181 p.
- PERRY P., J. Jr. 1991. The pines of México and Central América. Timber Press, Portland, Oregon. 231p.