



COMPORTAMIENTO GERMINATIVO Y CRECIMIENTO
TEMPRANO DE *PINUS DEVONIANA* Y *PINUS PSEUDOSTROBUS*
(PINACEAE)
GERMINATION AND EARLY GROWTH OF *PINUS DEVONIANA*
AND *PINUS PSEUDOSTROBUS* (PINACEAE)

Silvia Romero-Rangel^{1,1✉}, Liliana Elizabeth Rubio-Licon^{1,2}, Lizbeth Chávez-Serrano^{1,3}, Ezequiel
Carlos Rojas-Zenteno^{1,4} y Marcial García-Pineda²

¹Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos. Avenida de los Barrios, No. 1, Los Reyes
Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C.P. 54090.

^{1,1} ✉ sromero@unam.mx, ^{1,2} quercus_rubile@yahoo.com.mx, ^{1,3} lizchs_9010@hotmail.com,
^{1,4} zenteno@unam.mx

²Jardín Botánico (JABIZ). Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM.
Avenida de los Barrios, No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C.P. 54090.
²marunam_izta@yahoo.com.mx

ABSTRACT

Knowledge about the process of germination and early growth of *Pinus* species, is important to plan both the production of plants for reforestation and the establishment of forest plantations. This work had as its main goal to describe these two aspects for *Pinus devoniana* and *Pinus pseudostrobus*. To study the germination process, five groups of 50 seeds were set in a germination chamber, at 25°C of temperature, moisture to imbibition and 24-hour light photoperiod. The number of germinated seeds per day were registered. Seedlings obtained were planted in soil in order to evaluate its growth for eight months. Both species took six days on average to germinate. *P. pseudostrobus* seeds showed the highest germination percentage (74%) compared to *P. devoniana* (66.4%), also had the best value of Maguire index (germinative quality) (10.7) versus the last one (9.81). After eight months, plants of *P. devoniana* of 14 cm on average height and 12-14 cm² of coverage were obtained, in contrast with plants of *P. pseudostrobus* of 9.8 cm on average height and 12-14 cm² of coverage. This results complement those that have been published in other works for these species.

Key Words: germination, growth, nursery, Pinaceae, *Pinus*, propagation.

RESUMEN

Es importante conocer el comportamiento germinativo y el crecimiento en vivero durante los primeros meses de vida de especies de *Pinus* para planificar tanto la producción de plantas para la reforestación como el establecimiento de plantaciones. El presente trabajo tuvo como objetivo describir estos dos aspectos para *Pinus devoniana* y *Pinus pseudostrobus*. Para el comportamiento germinativo, se establecieron cinco lotes (repeticiones) con 50 semillas de cada especie, los que se mantuvieron en cámara de germinación a una temperatura de 25°C, humedad a imbibición y fotoperiodo de 24 horas luz, se registró el número de semillas germinadas diariamente. Las plántulas obtenidas se trasplantaron a suelo para evaluar su crecimiento durante ocho meses. Ambas especies tardaron en promedio seis días para germinar. Las semillas de *P. pseudostrobus* mostraron el porcentaje de germinación más alto (74%) con respecto al de *P. devoniana* (66.4%), obteniendo también, el mejor valor del índice de Maguire (calidad germinativa) (10.7) frente al de ésta última especie (9.81). En cuanto al crecimiento, las plantas de *P. devoniana* alcanzaron después de ocho meses 14.9 cm de altura promedio y entre 12 y 14 cm² de cobertura; mientras que las de *P. pseudostrobus* alcanzaron 9.8 cm de altura promedio y entre 9 y 11cm² de cobertura. La información obtenida es complementaria a la publicada en otros trabajos para estas especies.

Palabras clave: crecimiento, germinación, Pinaceae, *Pinus*, propagación, vivero.

INTRODUCCIÓN

México es considerado un centro secundario de diversidad genética de *Pinus*, en él se reconocen 46 especies, tres subespecies y 22 variedades. El 55% de estas taxa son endémicos, lo que representa el 42% de las especies del mundo. Los pinos mexicanos son unos de los recursos naturales más valiosos por su uso tradicional, comercial, por su importancia cultural y por los servicios ambientales que ofrecen (Sánchez, 2008). El género *Pinus* se distribuye principalmente en bosques templados, de los cuales se pierden alrededor de 167000 hectáreas al año; las principales causas de ello son la explotación forestal inadecuada, sobre todo la clandestina, así como los incendios y desmontes para ampliar zonas agrícolas, ganaderas o habitacionales (Sáenz-Romero et al., 2003). La disminución de la superficie forestal o bien la alteración de la composición y estructura de los bosques en los que habita el género *Pinus* ha traído como consecuencia que algunas especies se encuentren en alguna categoría de riesgo.

Pinus pseudostrobus Lindl. 1839 (familia Pinaceae) agrupa a individuos de hasta 40 m de alto, con acículas de 20-30 cm de largo, estróbilos maduros de 7-16 x 7-10 cm; se distribuye entre 1900 y 3200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en bosques de pino y pino-encino, desde el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano hasta el oeste de Honduras; hacia el norte existen algunas poblaciones aisladas en Sinaloa, Durango, Coahuila y Nuevo León (Farjon et al., 1997).

Pinus devoniana Lindl. 1839 (familia Pinaceae) comprende individuos de hasta 30 m de alto, con acículas de 25 a 45 cm de largo, estróbilos maduros de 15-35 x 8-15 cm; se distribuye entre 900 y 2500 m.s.n.m. en bosques abiertos de pino o pino-encino, desde los estados de Nuevo León, Durango, Zacatecas hasta Guatemala (Farjon et al., 1997).

Los programas nacionales e internacionales para el uso sostenible y la conservación del género *Pinus* en México aún no son eficientes y suficientes (Sánchez, 2008), resulta difícil lograr una restauración completamente exitosa en la que se recupere e induzca el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales (Palacio-Prieto et al., 2000).

La reforestación constituye una de las principales formas para contrarrestar la degradación de bosques y la deforestación (Sáenz-Romero, 2004). Por ello es importante investigar y documentar las técnicas de propagación idóneas para las especies, así como evaluar el crecimiento con la finalidad de planear la producción de árboles de las tallas requeridas para la reforestación. En este contexto el objetivo del presente trabajo fue describir el comportamiento germinativo y crecimiento temprano en vivero de *P. devoniana* y *P. pseudostrobus*.

Es importante que los procedimientos para la propagación de especies sean sencillos, en la medida de lo posible. El crecimiento de las plantas de algunas especies de *Pinus* se ha estudiado desde diferentes perspectivas y en distintas etapas de desarrollo; por ejemplo, la relación del sustrato con la germinación de semillas (Aparicio-Rentería et al., 1999), el crecimiento en plantaciones forestales con diferente densidad de plantación (Muñoz et al., 2011), el éxito de las plantaciones en función del sistema de producción y pre-acondicionamiento en vivero (Sigala et al., 2015) y el éxito de plantaciones para la restauración de sitios degradados (Gómez-Romero et al., 2012). Sin embargo, no existen trabajos que describan el comportamiento germinativo de estas especies considerando la capacidad germinativa, tiempo de germinación, uniformidad de germinación y que evalúen la calidad de germinación; y que además, describan su crecimiento en los primeros meses de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de las dos especies fueron recolectadas en la localidad Salvador Escalante del municipio de Santa Clara del Cobre del estado de Michoacán y se mantuvieron a temperatura ambiente durante 12 meses, sin ningún tratamiento previo. Para describir el comportamiento germinativo se establecieron, para cada especie, cinco lotes (repeticiones) con 50 semillas cada uno, en domos de plástico; los lotes se mantuvieron a una temperatura de 25°C, humedad a imbibición sobre papel secante como sustrato y fotoperiodo de 24 horas luz en cámara de germinación. Se registró diariamente el número de semillas germinadas hasta obtener el mayor número; esto con la finalidad de estudiar su comportamiento germinativo, calculando la capacidad germinativa, el tiempo medio de germinación, la uniformidad germinativa y la calidad germinativa (índice de Maguire, 1962) de acuerdo a Camacho y Morales (1992); el índice de Maguire pondera y combina los parámetros capacidad, velocidad y uniformidad germinativa para valorar la calidad de la germinación, mientras mayor sea el resultado, mayor es la calidad. La fórmula para el cálculo de este índice es:

$$IM = \sum_{i=1}^N \frac{G_i}{T_i} \cdot \frac{100}{M}$$

Dónde: IM= índice de Maguire, G_i = germinación sencilla de la i -ésima evaluación, T_i = tiempo transcurrido desde el establecimiento hasta la i -ésima evaluación y M = tamaño de la muestra o número de semillas establecidas.

Las plántulas obtenidas (166 de *P. devoniana* y 187 de *P. pseudostrobus*) se trasplantaron, después de dos semanas de permanencia en la cámara de germinación, a tubetes forestales de poliestireno con capacidad de 220 cm³. Como sustrato se utilizó una mezcla de agrolita, tierra negra

y tierra de hoja en proporciones iguales. Las plantas permanecieron en el vivero de la FES Iztacala y fueron monitoreadas durante ocho meses; midiendo mensualmente la altura con un vernier digital (marca Truper), definida como la distancia desde el cuello de la raíz al extremo distal de la yema apical; el diámetro basal del tallo, medido inmediatamente arriba del cuello de la raíz; y los diámetros perpendiculares de la cobertura de las plantas. A partir de estos diámetros se calculó la cobertura en área con base en la fórmula del círculo:

$$C = [(d1 + d2)/4]^2 \times \pi$$

Donde: C= cobertura en área, d1 = diámetro perpendicular uno, d2 = diámetro perpendicular dos y $\pi = 3.1416$

Para describir el crecimiento de las especies a lo largo del tiempo, se calculó para todas las variables evaluadas mensualmente, la media y desviación estándar utilizando el programa Excel 2013,. Además se realizaron curvas del crecimiento promedio de las plantas.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los índices que describen el comportamiento germinativo de las dos especies de *Pinus* en estudio.

Tabla 1. Características del comportamiento germinativo de *P. devoniana* y *P. pseudostrubus*.

	<i>P. devoniana</i>	<i>P. pseudostrubus</i>
Capacidad germinativa	66.4 %	74.8 %
Tiempo medio de germinación (TMG)	6 días	6 días
Uniformidad germinativa o Desviación del TMG	1 día	1 día
Calidad de germinación o Índice de Maguire	9.81	10.73

Por otro lado, las semillas de las dos especies iniciaron la germinación en el quinto día posterior al establecimiento, y el tiempo en el que germinó la mayor cantidad de ellas fue de seis días. El mayor porcentaje de semillas germinadas se obtuvo del día cinco al seis, incrementándose del 7.8 al 48% en *P. devoniana* y del 5.2 al 54% en *P. pseudostrubus* (Fig. 1).

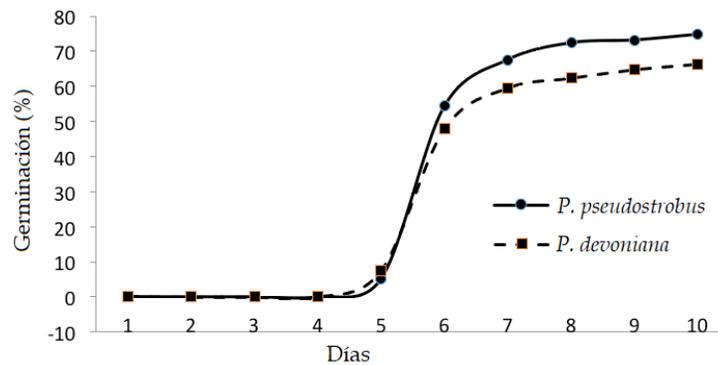


Fig. 1. Germinación acumulada de *P. pseudostrobus* y *P. devoniana*.

En cuanto al crecimiento, se observó que a lo largo del periodo de evaluación, *P. devoniana* creció más que *P. pseudostrobus* (Figs 2-4). El crecimiento menor de las plantas se obtuvo en el diámetro, el cual en el sexto mes fue semejante entre las especies (0.19 cm para *P. devoniana* y 0.21 cm para *P. pseudostrobus*) (Fig. 2); en el octavo mes, la diferencia promedio entre ellas para esta variable fue de 0.08 cm. En el cuarto mes, el crecimiento en altura de las plantas difirió en promedio 1.69 cm, siendo de 2.74 cm para *P. pseudostrobus* y de 4.73 cm para *P. devoniana*; del quinto al séptimo mes las plantas de esta última especie fueron ligeramente más altas que las de *P. pseudostrobus*. En el octavo mes, las plantas de *P. devoniana* crecieron más, al presentar una altura promedio de 14.90 cm; mientras que las de *P. pseudostrobus* midieron, a este tiempo, 9.85 cm (Fig. 3).

El crecimiento en cobertura de las dos especies, al final del periodo de evaluación, difirió en promedio 61.8 cm², el crecimiento mayor se obtuvo en *Pinus devoniana* (Fig. 4). La sobrevivencia en vivero fue de 32% para *P. devoniana* y 35% para *P. pseudostrobus*.

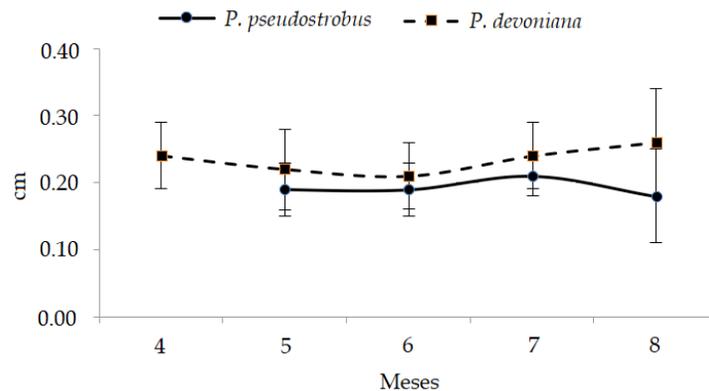


Fig. 2. Diámetro basal promedio (\pm S.E.) de *P. pseudostrobus* y *P. devoniana* del cuarto al octavo mes de crecimiento en vivero.

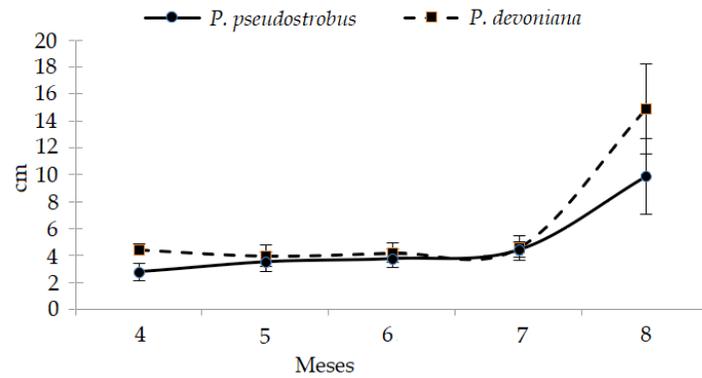


Fig. 3. Altura total promedio (\pm S.E.) de *P. pseudostrobilus* y *P. devoniana* del cuarto al octavo mes de crecimiento en vivero.

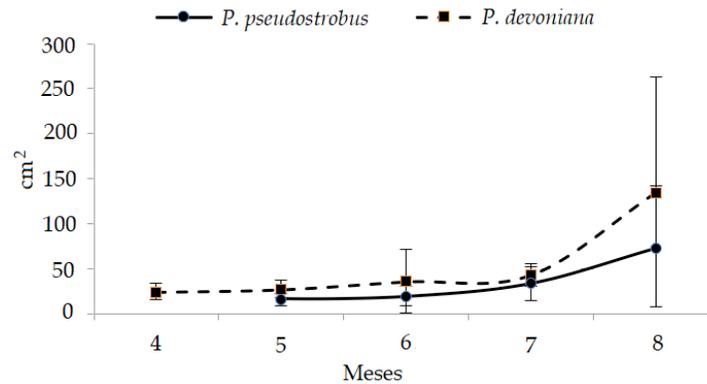


Fig. 4. Cobertura de copa promedio (\pm S.E.) de *P. pseudostrobilus* y *P. devoniana* del cuarto al octavo mes de crecimiento en vivero.

DISCUSIÓN

Los datos obtenidos sobre la capacidad germinativa fueron semejantes a los obtenidos por Aparicio-Rentería et al. (1999), quienes obtuvieron porcentajes de 72 a 80.5 en distintos sustratos para la misma especie. CONAFOR (2007) y Sáenz-Romero et al. (2011), indican porcentajes superiores a los obtenidos en este trabajo (80-95% para *P. pseudostrobilus* y 75% para *P. devoniana*); pero en estas referencias, se practicó la siembra directa en distintos sustratos.

CONAFOR (2007) y Sáenz-Romero et al. (2011), refieren para las dos especies un tiempo de germinación de seis a 12 días, pero no se menciona en qué tiempo germina la mayor cantidad de semillas, ni se hace referencia sobre la calidad de la germinación. Es probable que en los trabajos anteriores, cuando mencionan el tiempo que tardan las semillas en germinar, más bien se refieran al tiempo de emergencia de la parte aérea de la plántula (hipocotilo y cotiledones), pues dado que practicaron la siembra directa en diferentes sustratos difícilmente podrían haber observado la emergencia de la radícula.

Es común que en las prácticas de propagación de las distintas especies de *Pinus* se recurra a la siembra directa en suelo con el objetivo de asegurar mayores porcentajes de supervivencia, ya que al no tener que manipular a las plántulas para establecerlas en sustrato una vez que ya han germinado, se evita dañar la radícula durante este procedimiento.

Musálem y Sánchez (2003) y Sáenz-Romero et al. (2011), indican que *P. devoniana* presenta lento crecimiento y que *P. pseudostrobus* tiene crecimiento más rápido; sin embargo, esta información la refieren para todo el periodo de vida de los individuos. Viveros-Viveros et al. (2006), observaron que el crecimiento promedio a los dos años de edad de *P. pseudostrobus*, en un sitio de menor altitud, fue superior al ocurrido en el sitio de mayor elevación. Gómez-Romero et al. (2012), observaron que *P. devoniana* presentó una forma cespitosa durante los primeros tres años después del trasplante y que mostró un crecimiento menor que *P. pseudostrobus*, lo que difiere de los resultados obtenidos en el presente trabajo, ya que durante los ocho meses de evaluación, el crecimiento de *P. devoniana* fue ligeramente superior al de *P. pseudostrobus*.

Las especies de *Pinus* son de germinación epigea y por lo tanto su sobrevivencia depende de que las plántulas se establezcan exitosamente para que los cotiledones inicien su actividad fotosintética. Es de esperarse que las condiciones ambientales del sitio estén relacionadas con el crecimiento temprano de las plantas; por lo que los datos de este estudio realizado bajo condiciones de vivero pueden diferir de otros, particularmente de aquellos que evalúan el crecimiento en condiciones de campo.

La información obtenida en este trabajo es complementaria a la contenida en otros trabajos que utilizaron siembra directa y que refieren crecimiento en edades superiores a un año, y puede ser útil en la planeación de las actividades de propagación en vivero de estas especies, con fines de reforestación y restauración.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue apoyado económicamente por la Facultad de Estudios Superiores Iztacala a través del Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera (PAPCA) 2013, número de proyecto 46.

REFERENCIAS

1. Aparicio-Rentería A., J. Cruz y L. Alba, 1999. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. *Foresta Veracruzana*, 1(2): 31-34.
2. Camacho M., y V. Morales, 1992. Métodos para el análisis del efecto de la germinación. INIFAP. Campo experimental Coyoacán.
3. CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Fichas técnicas para la reforestación. <http://www.conafor.gob.mx/> Comisión Nacional Forestal, México (accesado en enero 16 de 2016).
4. Farjon A., J. Pérez De La Rosa y B. Styles, 1997. Field guide to the pines of Mexico and Central America. The Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.

5. Gómez-Romero M., J.C. Soto-Correa, J.A. Blanco-García, C. SáenzRomero, J. Villegas y R. Lindig-Cisneros, 2012. Estudio de especies de pino para restauración de sitios degradados. *Agrociencia*, 46: 795-807.
6. Maguire J.D., 1962. Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, 2: 176-177.
7. Muñoz H.J.F., G.G. Orozco Gutierrez, V.M.C. Avalos, J.J.S. García, Y.Y.V. Muñoz y G.S. Cruz, 2011. Evaluación de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus greggii* Engelm. con dos densidades de plantación en Michoacán, México. *Foresta Veracruzana*, 13(1): 29-35.
8. Musálem M. y O. Sánchez, 2003. Monografía de *Pinus michoacana* Martínez. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental El Horno, Chapingo, México.
9. Palacio-Prieto J., G. Bocco, A. Velázquez, J. Mas, Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta, J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo y M. González, 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas*, 43:183-203.
10. Sáenz-Romero C., E. Snively y R. Lindig-Cisneros, 2003. Conservation and restoration of pine forest genetic resources in Mexico. *Silvae Genetics*. 52: 233-237.
11. Sáenz-Romero C., 2004. Zonificación estatal y altitudinal para la colecta y movimiento de semillas de coníferas en México. En: Vargas-Hernández J., B. Bermejo-Velázquez y FT Ledig (Eds.). *Manejo de recursos genéticos forestales*. México, D.F. CONAFOR-Comisión Forestal de América del Norte.
12. Sáenz-Romero C., F. Muñoz y S. Rueda, 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. INIFAP. Libro técnico No. 10.
13. Sánchez G., 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*, 14 (1): 107-120.
14. Sigala R., T. González y R. Prieto, 2015. Supervivencia en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en función del sistema de producción y precondicionamiento en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6(30): 20-31.
15. Viveros-Viveros H., C. Sáenz-Romero, J. Vargas-Hernández y J. López-Upton, 2006. Variación entre procedencias de *Pinus pseudostrobus* establecidas en dos sitios de Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29: 121-126.