



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.264>

Nota de Investigación

## Producción de semilla y potencial biológico de tres especies de *Pinus* en Durango

### Seed production and biological potential of three *Pinus* species in Durango

Oscar Omar Santos Sánchez<sup>1\*</sup>, Marco Aurelio González Tagle<sup>1</sup>, Ricardo López Aguillón<sup>1</sup>

#### Abstract:

This comparative study reveals the biological potential and the production of seeds of superior trees. It allows to compare the behavior of three species in the years 2013 and 2015. The characterization of the cones was made by registering the dimensions of trees of each species in both years, comparing increases or decreases in diameter and length from 2013 to 2015. *Pinus engelmannii* showed an increase in length of 17 mm and an increase in diameter of 19 mm, *Pinus durangensis* decreased 20 mm in length and increased 23 mm in diameter, and *Pinus cooperi* grew 4 mm in length and 13 mm in diameter. The size of the cone is related to the biological potential and the production of seed (developed seeds, DS). The biological potential of *Pinus engelmannii* proved to be the highest in both years, the *Pinus durangensis* species registered an increase from 2013 to 2015 in the same sense as *Pinus cooperi*. In terms of the seed production variable (developed seeds, DS) the *Pinus engelmannii* species exhibited no significant difference from one year to the next; however, there were no significant differences in *Pinus cooperi* and *P. durangensis* between 2013 and 2015.

**Key words:** Plus tree, cone, *Pinus*, biological potential, production, seed.

#### Resumen:

Este estudio comparativo da a conocer el potencial biológico y la producción de semillas de árboles superiores. Permite comparar el comportamiento de tres taxa de *Pinus* en los años 2013 y 2015. Se realizó la caracterización de sus conos a partir de sus dimensiones en ambos años, y se compararon los incrementos o decrementos en diámetro y longitud. *Pinus engelmannii* presentó un aumento en longitud de 17 mm y en diámetro de 19 mm; *Pinus durangensis* decreció 20 mm en longitud y aumentó 23 mm en diámetro. *Pinus cooperi* ganó 4 mm en longitud y 13 mm en diámetro. El tamaño del cono se relaciona con el potencial biológico y la producción de semilla (semillas desarrolladas, SD). En *Pinus engelmannii* el potencial biológico fue más alto en ambos años; *Pinus durangensis* y *P. cooperi* registraron un incremento de 2013 a 2015. Respecto a la producción de semillas (semillas desarrolladas, SD), no hubo diferencia significativa entre años *Pinus engelmannii*; *Pinus cooperi* y *P. durangensis* si se obtuvieron. La comparación de la producción de semilla en el género *Pinus* ayuda a conocer si existen diferencias significativas entre años de producción, áreas y especies, y así determinar que factores influyen en esa variación y como reducen la viabilidad y cantidad de semilla en los bosques.

**Palabras clave:** Árboles superiores, cono, *Pinus*, potencial biológico, producción, semilla.

Fecha de recepción/Reception date: 22 de marzo de 2018

Fecha de aceptación/Acceptance date: 27 de septiembre de 2018

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Correo-e: [soplo\\_mar@hotmail.com](mailto:soplo_mar@hotmail.com)

En México, la colecta de semilla para los programas de producción de planta se hace, principalmente, en rodales naturales, los cuales carecen de manejo para aumentar la ganancia genética de la semilla; y en menor escala en áreas semilleras, en las que se eliminan los árboles mal conformados para dejar los que, posiblemente, tengan mayor calidad genética (Prieto y Martínez, 2006).

Los análisis de conos y semillas permiten evaluar las características físicas y biológicas de un lote específico para asignarle un valor (Bonner, 1993); además es una herramienta útil para determinar la cantidad y calidad de la semilla producida en una área determinada. Y con ello, se estima su productividad para utilizarlas como fuentes germoplasma productoras de semilla para los programas de producción de planta forestal.

Dada que la demanda nacional de semilla forestal aumenta año con año, es necesario incrementar la producción de germoplasma de calidad, a través del establecimiento de áreas y huertos semilleros, lo que garantizaría tener fuentes permanentes de germoplasma, con un incremento en la ganancia genética de 5 a 50 %, en función de la estrategia de mejoramiento genético implementada.

En los huertos semilleros, los materiales por propagar, semilla o yemas, se obtienen de árboles superiores, ya sean plus o elite. De manera general, los huertos semilleros se generan de la selección de 40 a 60 árboles (Droppelmann, 2012).

Los árboles superiores se eligen con base en varias técnicas y su elección depende de factores como: a) las características de crecimiento de la especie; b) situación actual de manejo del bosque; y c) variabilidad y patrón hereditario de las características importantes, según los objetivos del programa de mejoramiento genético forestal (Zobel y Talbert, 1988).

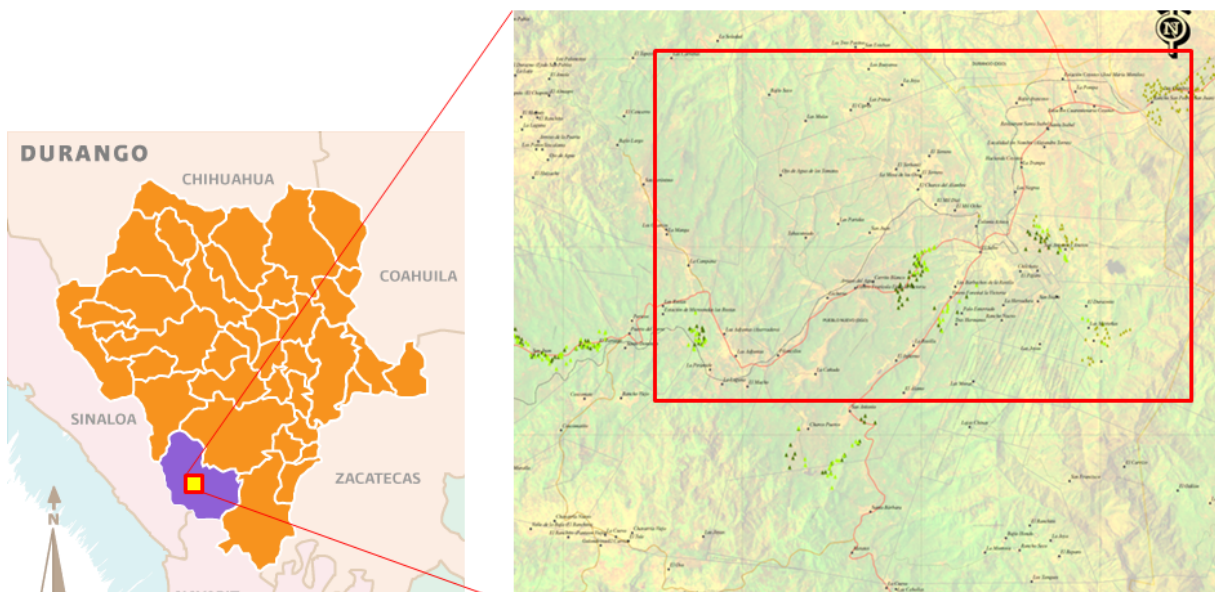
La presente investigación permitirá comparar la producción de semilla de tres especies del género *Pinus* del estado de Durango en dos años semilleros 2013 y 2015; su objetivo fue determinar cuál de ellas tiene más alto índice de producción de semilla, describir el comportamiento de las dimensiones de sus conos y comparar su potencial biológico.

*Pinus engelmannii* Carrière. Es nativo de México, específicamente de la Sierra Madre Occidental. Árbol de talla media de 15 a 25 m de altura, por 60 a 80 cm de diámetro a la altura del pecho; hojas perennes; florece en invierno, los conos maduran de finales de octubre hasta mediados de diciembre (Conafor, 2014). Forma parte de los bosques de *Quercus* y de los bosques de coníferas. Se localiza en las coordenadas geográficas: de 21°50' a 31°15' latitud norte, y 103°45' a 110°35' longitud oeste; su distribución natural se restringe a los estados de Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Durango y Zacatecas (Conafor, 2014).

*Pinus durangensis* Martínez. Es nativo de la Sierra Madre Occidental de México. Su altura es de 30-40 m y de 50-80 cm de diámetro, Hojas perenes, en fascículos de 6, 5 o 7, y raramente de 4 u 8 en la misma ramilla, de 14 a 30 cm de largo, delgadas o medianamente gruesas, de 0.6 a 1 mm de ancho, 0.6 a 0.7 mm de grueso. Conos ligeramente curvados, ovoides, de 6 a 10 cm de largo, de color café rojizo, generalmente en grupos de 2 a 3, a veces solitarios, semipersistentes durante varios meses. Se distribuye al noreste de la Sierra Madre Occidental, entre Chihuahua, Sonora y Durango; altitud de 2 500 a 2 700 m; suelos muy profundos de textura franca, limo-arcillosa de café a café rojizo, con un pH de 6 a 7; con materia orgánica de moderada a rica (5 a 10 %); ricos en nitrógeno; suelos sílicos-humíferos, permeables y profundos, ricos en calcio y potasio, pero pobres en fósforo; temperatura de 9 a 17 °C; precipitación de 600 a 1 200 mm. Presenta resistencia a heladas y no tolera las sequías (Conafor, 2014).

*Pinus cooperi* C.E. Blanco. Se conoce únicamente de la Sierra Madre Occidental de México. Su altura es de 15 a 35 m y diámetro entre 30 y 80 cm; hojas en fascículos de 3 a 5 predominando las de 5, raramente algunos fascículos de 6, de color verde oscuro o verde ceniciento, gruesas. Se distribuye en Zacatecas, Sinaloa, Durango, Chihuahua y Sonora (Conafor, 2014).

La presente investigación se desarrolló en la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango Figura 1. La región se localiza en la Sierra Madre Occidental en la porción Suroeste del estado de Durango, al norte del municipio de Pueblo Nuevo. Tiene acceso por la carretera Durango-Mazatlán en el kilómetro 100 a una altitud de 2 538 msnm.



**Figura 1.** Localización de área de estudio, El Salto, Pueblo Nuevo, Dgo.

Se seleccionaron 75 árboles superiores de *Pinus engelmannii*, *P. durangensis* y *P. cooperi* durante la ejecución del programa de mejoramiento genético a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Durango en 2008, para ello se consideraron las mejores características fenotípicas: fuste recto y limpio, ramas delgadas y copa pequeña, producción de conos, color de las hojas, y altura y diámetro; en comparación a sus cuatro vecinos en un radio de 10 a 15 m, con un espaciamiento mayor de 100 m, para disminuir la posibilidad de parentesco entre ellos (Callahan, 1964).

Los individuos seleccionados correspondieron a 25 ejemplares de cada taxón. En los muestreos se detectó que no todos los individuos tenían producción de conos y semillas, razón por la cual el número de individuos fue menor (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Comparación de las variables Potencial biológico (PB) y semilla desarrollada (SD) así como las dimensiones del cono (Longitud y Diámetro) para las tres especies en los años 2013-2015.

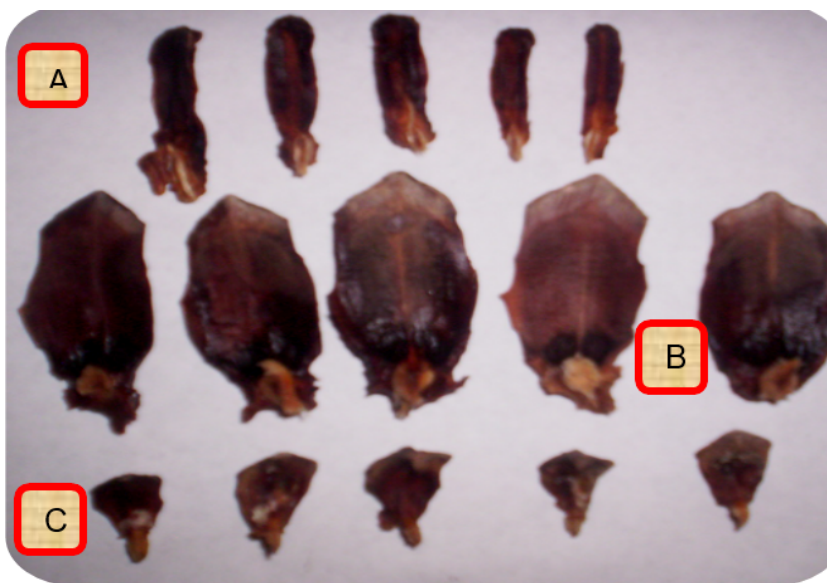
<b>Especie</b>	<b>Variable</b>	<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>(+ -)</b>
<i>Pinus engelmannii</i> Carrière	Semilla Desarrollada (SD)	2013	3	48.37	10.7
		2015	3	48	13.5
	Potencial Biológico (PB)	2013	3	136.9	27.8
		2015	3	135.7	26.3
	Longitud	2013	3	11.16	2.85
		2015	3	11.33	2.52
	Diámetro	2013	3	4.14	0.68
		2015	3	4.33	0.58
<i>Pinus durangensis</i> Martínez	Semilla Desarrollada (SD)	2013	7	29.83	21.3
		2015	16	62.13	25.9
	Potencial Biológico (PB)	2013	7	86.6	24.9
		2015	16	113.6	19.8
	Longitud	2013	7	7.83	1.51
		2015	16	7.63	1.31
	Diámetro	2013	7	3.46	0.83
		2015	16	3.69	0.48
<i>Pinus cooperi</i> C.E. Blanco	Semilla Desarrollada (SD)	2013	10	37.16	14.1
		2015	18	57.94	20.7
	Potencial Biológico (PB)	2013	10	85.78	29.6
		2015	18	109.3	16.3
	Longitud	2013	10	7.79	1.65
		2015	18	7.83	0.79
	Diámetro	2013	10	3.59	0.41
		2015	18	3.72	0.46

Se obtuvo una muestra al azar de 12 conos por árbol; su caracterización, la extracción de la semilla, la disección de los conos y el análisis de semillas y escamas se realizaron conforme a la metodología de Bramlett *et al.* (1977) adaptada por Alba-Landa *et al.* (2000). Se identificaron las escamas fértiles y las semillas desarrolladas; el potencial biológico (PB) se calculó según la siguiente fórmula:

$$PB = \text{Núm. de escamas fértiles} \times 2$$

Se midió la longitud y diámetro de los conos con un vernier digital graduado en milímetros FW-V8, con una precisión de 0.001 mm.

El Potencial biológico es la capacidad máxima que tiene un cono para albergar semillas completamente desarrolladas (Figura 2).



**Figura 1.** Clasificación de las escamas de un cono disectado. Las escamas infértiles inferiores (A), escamas fértiles (B) y escamas infértiles superiores (C).

La eficiencia de producción de semillas (SD) según la fórmula:

$$SD = \text{Total de semillas llenas} / PB$$

Donde:

*SD* = Total de semillas desarrolladas

*PB* = Potencial biológico

Se consideraron los valores de las medias para hacer una comparación y determinar las diferencias de un año semillero a otro en las mismas áreas de producción y para las tres especies de estudio e incluso a nivel de individual.

Asimismo, se determinó la existencia de diferencias significativas entre las variables de producción de semilla (Semilla Desarrollada SD) dado que determina el número real de semillas, a diferencia del Potencial Biológico que se refiere a la máxima capacidad posible que tiene cada especie para desarrollar semillas completas por cavidad o huella en las escamas fértiles; sin embargo en ocasiones un cono con un Potencial Biológico alto no garantiza un gran número de semillas desarrolladas.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con el paquete estadístico IBM *Statistics Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 24, se aplicó la prueba de normalidad *Kolmogorov-Smirnov* a los datos de producción de semilla por especie para los años de estudio.

En el Cuadro 1 se resumen los descriptivos de las variables para las especies de estudio en ambos años (2013 y 2015).

En el Cuadro 2 se muestran los estadísticos (ANOVA) realizados para determinar las diferencias existentes de cada especie en la comparación de la producción de semilla (SD) de 2013 a 2015.

**Cuadro 2.** Resumen del análisis de varianza para las especies de estudio a partir de la cuenta la variable producción de semilla (SD).

<b>Especie</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>
<i>Pinus engelmannii</i> Carrière	0.202	1	0.202	0.001	0.972
<i>Pinus durangensis</i> Martínez	5079.25	1	5079.25	8.323	0.009
<i>Pinus cooperi</i> C. E. Blanco	2777.1	1	2777.1	7.951	0.009

En general, los tres taxones de *Pinus* registraron un aumento en el potencial biológico en el periodo 2013 a 2015. Cuando se comparó el potencial biológico (PB) en el tiempo, la especie *Pinus durangensis* presentó un incremento de 23.76 %; *Pinus cooperi* aumentó 21.61 %; y *Pinus engelmannii* no tuvo ningún incremento de un año a otro (Cuadro 1).

Cuando se compara solo el potencial biológico (PB), sin importar el tiempo, *Pinus engelmannii* evidenció en la comparación de medias el valor más alto, con una diferencia de 21.80 %, respecto a las otras especies (Cuadro 1).

Respecto a la semilla desarrollada, *Pinus cooperi* y *Pinus durangensis* presentaron diferencia significativa de un año a otro, con un aumento de producción de semilla de 51.98 % para *P. durangensis* y 49.67 % para *P. cooperi*, a diferencia de *Pinus engelmannii* que no tuvo diferencias (Cuadro 2).

Bustamante-García *et al.* (2012) registraron que existe diferencia significativa en la producción de semillas para la especie de *Pinus engelmannii* comparando tres regiones del estado de Durango.

Alba-Landa *et al.* (2003) realizaron la comparación del potencial y eficiencia de producción de semilla de *Pinus hartwegii* Lindl. de dos procedencias en México, las cuales resultaron con diferencias en ambas variables lo cual corrobora que las diferencias de producción de semilla y potencial biológico pueden ser afectadas por diversos factores ambientales, fenotípicos o genotípicos.

Para el potencial de semilla, Bramlett *et al* (1977) citan que varía poco dentro de clones específicos en huertos semilleros, pero que difiere del promedio de la especie; López-Upton y Donahue (1995) señalan diferencias significativas entre sitios para el potencial de semilla de *Pinus greggii* Engelm. Para *Pinus oaxacana* Mirov, Alba-Landa *et al.* (2000) no documentan diferencias significativas entre sitios; sin embargo, en el presente estudio se determinó que el potencial de semilla puede variar de manera significativa anualmente, a nivel de individuos. Boyer (1987) registró que la producción de semilla de *Pinus palustris* Mill. Varía, considerablemente, entre años y localidades.

Lo anterior es congruente con lo afirmado por Spurr y Barnes (1982), quienes indican que las características de las semillas de una especie varían de manera significativa, en función del hábitat. Así, las diferencias responden a las condiciones ambientales de cada sitio y genéticas del taxón.

Por lo tanto, dado que los taxa estudiados se encuentran en una región con las mismas características ambientales y topográficas, el comportamiento de *Pinus engelmannii* en todas las variables es atribuible por su adaptabilidad a los cambios ambientales, ya que es una especie de amplia distribución en Zacatecas, Sinaloa, Durango, Chihuahua y Sonora, situación que no se presenta en las otras especies objeto de estudio.

Lo anterior favorece la adaptación de la especie de *P. engelmannii* (Conafor, 2014); en consecuencia, tiene mayor tolerancia a la modificación de los distintos factores que afectan o favorecen la producción de semilla como la humedad, temperatura, precipitación, relación de nutrientes en los suelos y la polinización.

*Pinus engelmannii* es una especie estable en la producción de semilla al contrario de *Pinus cooperi* y *Pinus durangensis*.



### **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) por su apoyo, formación y colaboración. Al Instituto Tecnológico de El Salto por su participación en los trabajos de análisis en laboratorio y los permisos para las colectas e los predios.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### **Contribución por autor**

Oscar Omar Santos Sánchez: toma de datos en campo, análisis de los conos en laboratorio, desarrollo de la investigación, captura y análisis de la información, redacción y estructuración del manuscrito; Marco Aurelio González Tagle: análisis estadístico, revisión de las áreas de estudio, revisión general del documento, correcciones finales, selección de variables y revisión del manuscrito; Ricardo López Aguillón: revisión del proyecto y revisión de la toma de datos, planeación de los muestreos, selección de variables y revisión del manuscrito.

### **Referencias**

Alba L., J., A. Aparicio R. y J. Márquez R. 2003. Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus hartwegii* Lindl. de dos poblaciones de México. Foresta Veracruzana 5(1):23-29.

Alba-Landa, J., L. Mendizábal-Hernández H. Cruz-Jiménez. 2000. Potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov en tres sitios de Perote, Veracruz, México. Foresta Veracruzana 2(1):29-32.

- Bonner F., T. 1993. Análisis de semillas forestales. Serie de Apoyo Académico Núm. 47. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 53 p.
- Boyer, W. D. 1987. Annual and geographic variations in cone production by longleaf pine. *In*: Proceedings fourth biennial southern silvicultural research conference. 1986. Gen. Tech. Rep. SE-42. USDA Forest Service. November 4-6. Asheville, NC USA. pp. 73-76.
- Bramlett, D. L., E. W. Belcher, G. L. DeBarr, G. D. Helteer, R. P. Karrafalt, C. W. Lantz, T. Miller, K. O. Ware y H. O. Yates. 1977. Manual de análisis de conos. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. México. pp. 3-21.
- Bustamante-García, V., J. A. Prieto-Ruíz, R. Álvarez-Zagoya, A. Carrillo-Parra, J. J. Corral-Rivas and E. Merlín Bermudes. 2012. Factors affecting seed yield of *Pinus engelmannii* Carr. in three seed stands in Durango state, Mexico. *Southwestern Entomologist* 37(3):351-359.
- Callahan, R. E. 1964. Education and the cult of efficiency. University of Chicago Press. Chicago, IL USA. 283 p.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2014. Fichas técnicas de *Pinus engelmannii*, *Pinus durangensis*. <http://www.conafor.gob.mx> (4 de marzo de 2014).
- Droppelmann, F. 2012. Inicio de un programa de mejoramiento genético forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 20 p.
- López-Upton, J. and J. K. Donahue. 1995. Seed production of *Pinus greggii* Engelm. in natural stands in México. *Tree planters Notes* 46(3):86-92.

Prieto R., J. A. y Martínez A. J. 2006. Análisis de conos y semillas en dos áreas semilleras de *Pinus cooperi* Blanco en San Dimas, Durango. *In*: El Sitio Permanente de Experimentación Forestal (SPEF) "Cielito Azul" a 40 años de su establecimiento. Publicación especial Núm. 23. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo., México. pp. 15-30.

Spurr, S. H. y B. V. Barnes. 1982. Ecología forestal. AGT Editor. México, D.F., México. 690 p.

Zobel B., J. y T. Talbert J. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. Editorial Limusa. México, D.F., México. pp. 199-244.