

Pinus L. (Pinaceae)

Dante Arturo Rodríguez Trejo, Leticia Quiahua Barrera

Nota introductoria

En este apartado se busca dar un panorama general sobre la semilla de los pinos del país, más que una revisión exhaustiva.

Nombres comunes

Por su amplia diversidad y distribución, las especies del género *Pinus* han adquirido diferentes nombres. Sus nombres más comunes son ocote o pino. Pero hay una gama de denominaciones locales. Por ejemplo, Perry (1991) menciona, entre otras: ocote, pino real o pino chino (*P. teocote*), pino de las alturas (*P. hartwegii*), pino azul o bien piñón de Zacatecas (*P. marximartinezii*), pino chino (*P. herrerae*), pino negro (*P. jeffreyi*), pino de azúcar (*P. lambertiana*), ortiguillo (*P. lawsoni*), pino lacio (*P. michoacana*), ocote escobetón (*P. michoacana* var. *cornuta*), pino real (*P. montezumae*), pino amarillo (*P. oocarpa*), ocote de carretilla (*P. oocarpa* var. *ochoteranae*), ocote colorado (*P. patula*), pino ponderosa (*P. ponderosa*), pino blanco (*P. pseudostrobus*), pinabete acalocote (*P. strobus*) y pino canis (*P. tenuifolia*), entre muchas otras. Mirov (1967) menciona que el pino triste, pino llorón o pino de barba caída, también es conocido como ocote dormido en Nayarit (*P. lumholtzii*).

Descripción

La siguiente breve descripción se basa en Martínez (1984). Árboles perennifolios, más o menos resinosos, con hojas aciculares (en forma de aguja), en grupos de 1 a 8, cubiertas en la base por una vaina caediza o persistente, dependiendo la especie; las acículas van desde cortas (2.5 cm en algunos piñoneros) a largas (>40 cm en *P. lumholtzii*). El número de hojas en los fascículos varía según las especies, y en parte por las condiciones del medio, siendo tres y cinco las cifras más comunes. Las hay también solitarias (*P. monophylla*) y por pares (*P. cembroides*, *P. edulis*, *P. radiata* var. *binata*, entre otros). Hay alguna variación en el número de hojas de los fascículos en cada especie. Cuentan con un fuste recto que produce ramas delgadas, por lo general en verticilos. Su altura varía con la especie y de la calidad del sitio, van desde árboles pequeños de 5-10 m (*P. cembroides*, *P. flexilis*) hasta 50 m o más (*P. ponderosa* y *P. lambertiana*). En casi todas las especies, la corteza generalmente es lisa y delgada en árboles jóvenes, y gruesa, rugosa y áspera en los viejos. Su color puede ser moreno a moreno rojizo (*P. patula*), más o menos oscuro, unas veces casi negro, otras, es ceniciento. En las Figuras 32.1 y 32.2 se ven varias especies de *Pinus*.



Figura 32.1. Algunas especies de pinos nacionales. A) *P. hartwegii*, Parque Iztaccíhuatl-Popocatepetl, 2011, B) *P. cembroides*, Sierra de Arteaga, Coah., C) *P. montezumae*, ejido Santo Tomás, Hgo., D) *P. leiophylla*, Estación Experimental Las Cruces, UACH, Edo. de Méx., 2005, E) *P. oocarpa*, ejido Niquidámbar, Villaflores, Chis., 2016, F) *P. devoniana*, Jardín Botánico UNAM, CDMX, 2016. G) *P. rudis*, Totolapan, Edo. Méx., 2009, H) *P. ayacahuite*, Jardín Botánico UNAM, CDMX, 2016, I) *P. lagunae*. Fotos: A)-H), DART, I) Víctor Hugo Lujá/Conabio.

A



B



C



Figura 32.2. Árbol y conos de A) *P. jeffreyi*, B) *P. maximinoi*, C) *P. patula*. Ilustraciones científicas obra y cortesía de la Maestra Leticia Arango Caballero ©

Distribución

Los pinos de México se hallan tanto en regiones templado-frías (como *P. montezumae*), como en las semiáridas (por ejemplo, *P. cembroides*) y las tropicales (es el caso de *P. oocarpa*), pero es en las primeras donde manifiestan su mayor diversidad. Altitudinalmente, se encuentran desde cerca del nivel del mar hasta 4300 m s.n.m.

Nuestro país es considerado como un centro secundario de diversidad del género *Pinus*. Los pinos migraron hacia el actual territorio mexicano desde el hemisferio norte por corredores naturales y debido a los cambios climáticos del pasado. Los procesos de diversificación del género acontecieron en las cadenas montañosas de México, las cuales

funcionaron como corredores biológicos o como islas biogeográficas que definieron el patrón de distribución general actual de los pinos (Sánchez, 2008).

Los pinos de México se encuentran principalmente a lo largo de la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, la Faja Volcánica Transmexicana, el Macizo de Oaxaca, la Sierra Madre de Chiapas y las sierras de Juárez y San Pedro Mártir en B. C. (Figura 32.3). El estado con más taxa de pino es Nuevo León (26), le siguen Jalisco y Michoacán (24), después Chihuahua, Estado de México y Puebla (23). Hay 21 estados con más de 10 taxa, sin embargo, Campeche, Tabasco y Yucatán carecen de pinares naturales (Eguiluz, 1978).

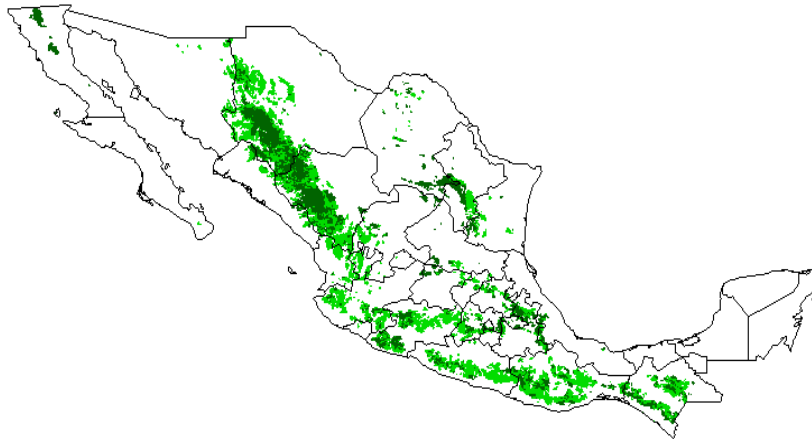


Figura 32.3. Distribución de los bosques de pino (verde oscuro) y de pino-encino (verde claro). Fuente: INEGI (2000).

Importancia

Los pinos representan un recurso natural valioso. La madera para aserrío es su producto más importante, le sigue la pulpa de madera para papel y cartón. En México, entre las especies más aprovechadas están *P. patula*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. herrerae*, *P. leiophylla* y *P. arizonica* (Perry, 1991), sin embargo, es muy común que se aprovechen sin considerar la especie. Localmente son explotados como leña, para postes, construcción de viviendas y muebles, artesanías, y otros. En el norte de México, *P. cembroides* es fuente de leña, carbón y en menor proporción, para obtener madera (Sánchez, 2008). La recolecta de semillas comestibles de los pinos piñoneros se practicaba desde la época precolombina. Otro producto secundario importante es la resina, materia prima para elaborar aguarrás y otros derivados. En estados como Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Jalisco y Nuevo León, esta industria es fuente importante de ingresos y parte de las especies que se utilizan con este propósito son *P. oocarpa*, *P. montezumae*, *P. teocote* y *P. pseudostrobus*.

Los pinares proporcionan servicios ambientales, son torales en los ecosistemas de montaña. Contribuyen a la recarga de acuíferos, a la captura de carbono, y a la producción de oxígeno. También contribuyen a la biodiversidad y proporcionan paisajes y sitios para actividades recreativas. Los pinares destacan porque sus

especies con frecuencia representan los primeros árboles que recolonizan sitios perturbados. *P. hartwegii*, junto con *Juniperus deppeana* f. *compacta*, alcanzan la mayor altitud en México. En estos bosques prosperan infinidad de especies faunísticas, varias con estatus de protección.

Especies mexicanas

A reserva de contar con diferentes clasificaciones, México es el país más rico en el número de taxa a nivel mundial. Perry (1991) señala 72 taxa y Farjon *et al.* (1997), 54. El Cuadro 1 da cuenta de las especies. El 55% de estos taxa son endémicos, lo que convierte a México en la nación con mayor diversidad al contener alrededor de 42% de las especies del planeta (Sánchez, 2008). Se considera que 22 taxa están en alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010).

Floración y fructificación

La floración para la mayor parte de las especies se realiza de entre principios de invierno (enero-febrero) a inicios de la primavera (marzo-abril). Entre las excepciones está *P. chihuahuana*, que la presenta en junio, y *P. radiata* var. *binata*, especie que la exhibe en abril y mayo (Patiño *et al.*, 1983).

Frutos y semillas

Los frutos son estróbilos, formados por escamas que abrigan a la semilla. Los conos tienen un pedúnculo más o menos largo y frecuentemente escamoso, moreno o azulado.



Figura 32.4. Conos de varias especies mexicanas de pino: A) *P. douglasiana*, B) *P. durangensis*, C) *P. engelmannii*, D) *P. herrerae*, E) *P. lawsonii*, F) *P. lumholtzii*, G) *P. monophylla*, H) *P. nelsonii*, I) *P. pringlei*, J) *P. quadrifolia*, K) *P. strobiformis*, L) *P. chihuahuana*. Fotos: A), B), K), L) Genaro Parra P., C), Andrés Meraz C., D) Tomás Yescas de los Á., E) José L. Pérez N., F) José L. Chávez M., G), J) José L. Martínez H., H) Alfredo P. Rosales, I) José L. Flores N. Identificación: A) a K) Jorge Calónico Soto, L) David Gernandt. A) a L): Conafor/Instituto de Biología, UNAM, Proyecto Irekani, <http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/64359?proyecto=Irekani>



Figura 32.5. Conos de algunas otras especies mexicanas de pinos. A) *P. montezumae*, B) *P. nelsonii*, Presa Villa Victoria, Edo. Méx., C) *P. leiophylla*, Estación Experimental Las Cruces, UACH, Edo. de Méx., 2012, D) *P. lawsonii*, E) *P. devoniana*, F) *P. oocarpa*, Mipio. Villaflores, Chis. G) *P. pinceana*, H) *P. greggii*, I) *P. cembroides*, J) *P. ayacahuite*, K) *P. pseudostrobus* var. *oaxacana*, L) *P. patula*, M) *P. hartwegii*, N) *P. arizonica*, O) *P. maximartinezii*. Fotos: A), C), E), F), H), I), M) DART, B), G), N) Carlos G. Velasco M./Conabio, D) María de la L. Pérez G./Conabio, J) Roberto Arreola A./Conabio, K) y L) Martín Paz Paz, O) Iván Montes de O./Conabio.

La forma puede ser ovoide, casi cilíndrica o algo globulosa, y pueden ser simétricos o asimétricos. El eje es leñoso y lleva en el centro una médula, la cual está rodeada de una cubierta cortical recorrida por canales resiníferos (Martínez, 1984). En la Figura 32.2, 32.4 y 32.5, se muestran diversos conos de especies nacionales.

La semilla puede estar provista de un ala papirácea o no (como ocurre en el caso de la sección paracembra o en algunas especies de la sección cembra). En ocasiones está totalmente adherida a la semilla, al grado que no

puede separarse de ella sin destruirse (*P. ayacahuite*, *P. strobus*), a la cual se llama adnada; otras veces en su base lleva dos ganchos formados de tejido higroscópico que, cuando el ambiente está seco, abrazan y sujetan a la semilla, y cuando está húmedo, se abren y la sueltan. En tal caso es una ala articulada o libre, y puede observarse en la mayoría de nuestros pinos (Martínez, 1984). En el Cuadro 32.1 se describen las semillas de las especies mexicanas y en las Figuras 32.6 y 32.7 se exhiben sus partes y algunas de ellas.

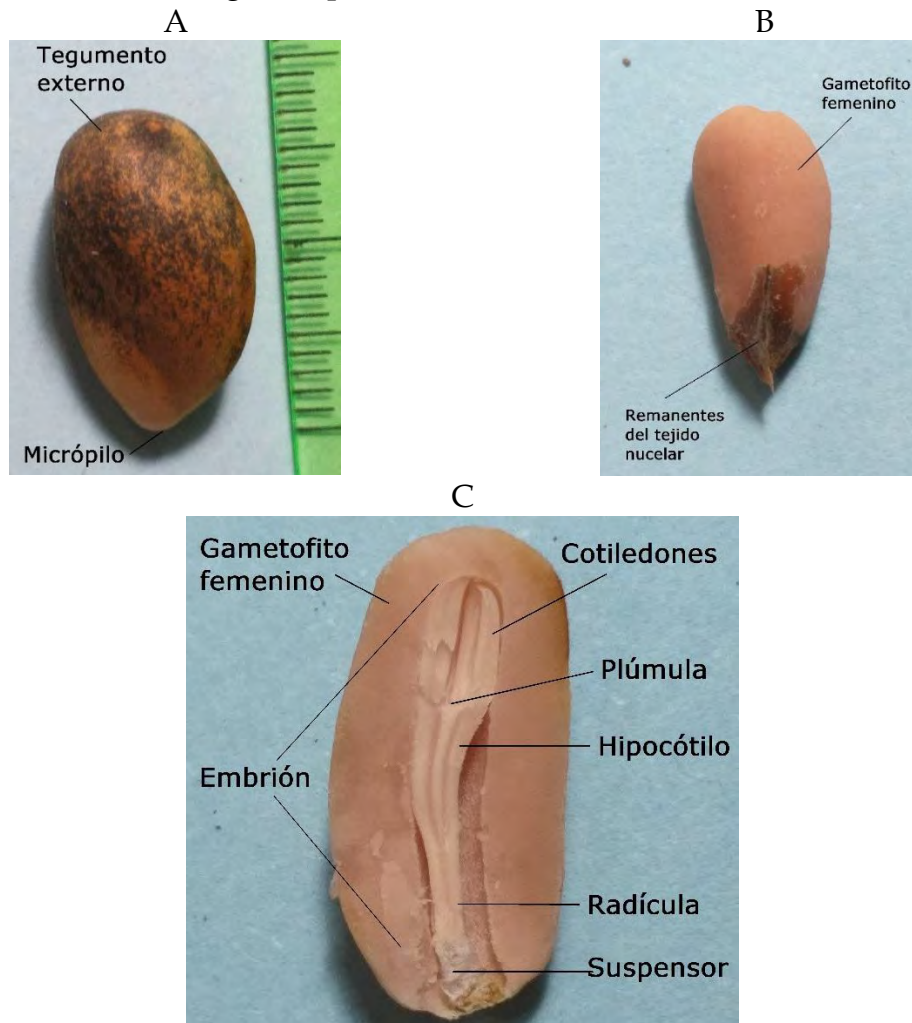


Figura 32.6. Partes externas de una semilla de pino (*P. cembroides*). A) con cubierta seminal y B) sin esta. C) Partes internas dicha semilla. Fotos: DART.



Figura 32.7. Algunas semillas de pinos mexicanos. A) *P. montezumae*, B) *P. leiophylla*, C) *P. cembroides*, D) *P. herrerae*, E) *P. maximinoi*, F) *P. pringlei*, G) *P. ayacahuite*, H) *P. chiapensis*, I) *P. hartwegii*, J) *P. pseudostrobus.*, K) *P. pseudostrobus* var. *oaxacana*, L) *P. patula*. Fotos: A) a C), I), DART, D) E) C. J. Earle, 2007/TGDB (2021), F), J. Valdez P., 2009, TGDB (2021), G), H), y J) Niembro *et al.* (2010), K) y L) Martín Paz Paz, Ixtlán de Juárez, Oax., 2021.

Cuadro 32.1. Descripción de la semilla de especies mexicanas de pinos.

Espece ¹	Descripción de la semilla ²
<i>P. arizonica</i> Engelm.	Oval o triangular, morena oscura, 6-7 mm, ala articulada, oscura, 23-25 mm.
<i>P. arizonica</i> var. <i>stormiae</i> Mart.	Café, 6 mm, ala articulada 20 22 mm. ¹
<i>P. attenuata</i> Lemm.	Elipsoidal, moreno oscura, 5-6 mm, ala articulada, oscura, 18-25 mm.
<i>P. ayacahuite</i> Ehrenb.	Ovoide, gris oscura, 7-8 mm, adnada, morena, 30-35 mm.
<i>P. ayacahuite</i> var. <i>brachyptera</i> Shaw	Ovoide u oval, café oscura, 12-15 mm, ala adnada, morena, rudimentaria o nula.
<i>P. ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Shaw	Elipsoidal, café oscura, 10-12 mm, ala adnada, morena, 15-20 mm.
<i>P. catarinae</i> M-F. Robert-Passini	Cafesosa, 12 X 7 mm, sin ala
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) Barr. et Golf.	Café, 5-6 X 4 mm, alada, 20 mm. ¹
<i>P. cembroides</i> Zucc.	Subcilíndrica o triangular, café oscura, 9-10 mm, sin ala.
<i>P. cembroides</i> ssp. <i>orizabensis</i> Bailey	Café, 14 mm, sin ala, gametofito femenino rosado. ¹
<i>P. chiapensis</i> (Mart.) Andersen	Elipsoidal, morena, 5-6 mm, ala adnada, morena, 23 mm o más.
<i>P. chihuahuana</i> Engelm.	Triangular, grisácea, 4-5 mm, ala articulada, café, 15-17 mm.
<i>P. contorta</i> ssp. <i>murrayana</i> (Balf.) Critchfield	(para <i>P. contorta</i> var. <i>latifolia</i> Engelm) Vagamente triangular, café oscura, 5-6 mm, ala articulada, morena, 10-12 mm.
<i>P. cooperi</i> Blanco	Ovoide o triangular, café oscura, 6-8 mm, ala articulada, morena, 15-20 mm.
<i>P. coulteri</i> D. Don	Elipsoidal, café oscura, 12-16 mm, ala articulada, morena, 20-25 mm.
<i>P. culminicola</i> Andresen et Beaman	Subcilíndrica, café, 5-6 mm, sin ala.
<i>P. discolor</i> Bailey et Hawksworth	Ovoide, castaña, 14-15 mm sin ala.
<i>P. douglasiana</i> Mart.	Ovoide, café oscura, 4-5 mm, ala articulada, morena, 25 mm.
<i>P. durangensis</i> Mart.	Triangular, gris oscura, 4-5 mm, ala articulada, morena, 20-30 mm.
<i>P. edulis</i> Engelm.	Café, 10-13 X 6-8 mm, sin ala. ¹
<i>P. engelmannii</i> Carr.	Ovoide, café oscura, 5-7 mm, ala articulada, morena, 20-30 mm.
<i>P. estevezi</i> (Mart.) Perry	Café oscura, 6-7 mm, ala café, 25 mm. ¹
<i>P. flexilis</i> James	Oblonga, café oscura, 7-8 mm, ala articulada, castaña, 30-40 mm.
<i>P. greggii</i> Engelm.	Oval, negra, 6-7 mm, ala articulada, morena, 18-20 mm.
<i>P. hartwegii</i> Lindl.	Triangular, negra, 5-7 mm, ala articulada, morena, 10-12 mm..
<i>P. herrerae</i> Mart.	Triangular, café oscuro, 3-4 mm, ala articulada, morena, 8-9 mm.
<i>P. jaliscana</i> Pérez de la Rosa	Café oscura, 5-6 mm, ala articulada, café pálida, 12-16 mm. ¹
<i>P. jeffreyi</i> Murr.	Oval, oscura o morena, 10-12 mm, ala articulada, morena, 22-25 mm.
<i>P. johannis</i> M-F. Robert	Subcilíndrica, castaña o morena, 8-13 mm, sin ala.
<i>P. juarezensis</i> Lanner	Oblonga, café oscura, 14-17 mm, sin ala.
<i>P. lagunae</i> M-F. Robert-Passini	Café, 13 X 8 mm, sin ala. ¹
<i>P. lawsoni</i> Roehl.	Triangular, café oscura, 4-5 mm, ala articulada, morena, 15-18 mm.
<i>P. lambertiana</i> Dougl.	Triangular, café oscura, 10-12 mm, ala adnada, morena, 20-38 mm.
<i>P. leiophylla</i> Sch. et Cham.	Triangular, café oscura, 4-5 mm, ala articulada, amarillenta, 10-12 mm.
<i>P. lumholtzii</i> Rob. Et Fern.	Oblonga, café oscura, 5-6 mm, ala articulada, oscura, 14-16 mm
<i>P. martinezii</i> Larsen	Café, 6 X 4 mm, café con manchitas oscuras, ala articulada, 12-15 mm. ¹
<i>P. maximartinezii</i> Rzedowski	Oblonga, castaña, 22-26 mm, sin ala.
<i>P. maximinoi</i> H. E. Moore	Café oscura, casi negra, 5-7 X 5 mm, ala café amarillento pálida, articulada, 16-20 mm. ¹
<i>P. michoacana</i> Mart. (= <i>P. devoniana</i> Lindl.)	Triangular, morena, 8-9 mm, ala articulada, oscura, 45-50 mm.
<i>P. michoacana</i> var. <i>cornuta</i> Mart.	Algo triangular, 6-7 mm, ala articulada, 25 mm. ¹

¹Perry (1991), con inclusión de otros taxa. ²Descripción de la mayoría de los taxa, se tomó de Niembro (1986).

Continúa...

Cuadro 32.1. Continuación.

Especie ¹	Descripción de la semilla ²
<i>P. michoacana</i> var. <i>quevedoi</i> Mart.	Algo triangular, 7-8 X 6 mm, ala articulada, café pálida, 25 mm. ¹
<i>P. monophylla</i> Torr. Et Frem.	Oblonga, morena, 13-15 mm, sin ala.
<i>P. montezumae</i> Lamb.	Triangular, morena, 6-7 mm, ala articulada, morena, 18-20 mm.
<i>P. montezumae</i> var. <i>lindleyi</i> Loud.	De 6 mm, con ala articulada, 20 mm. ¹
<i>P. muricata</i> D. Don	Triangular, café oscura, 6-8 mm, articulada, morena, 12-15 mm.
<i>P. nelsonii</i> Shaw	Oblonga, café oscura, 13-15 mm, sin ala.
<i>P. nubicola</i> Perry	Café o con motas negras, 5-7 X 4-5 mm, ala articulada 20-25 mm. ¹
<i>P. oaxacana</i> Mirov	Triangular, café, 7-9 mm, ala articulada, oscura, 20-35 mm.
<i>P. oocarpa</i> Schiede	Triangular, morena, 6-7 mm, ala articulada, morena, 10-15 mm.
<i>P. oocarpa</i> var. <i>ochoterena</i> Mart.	Café oscura, 6 X 3-5 mm, ala articulada y engrosada en la base, en su unión con la semilla, 10-15 mm,
<i>P. oocarpa</i> var. <i>trifoliata</i> Mart.	Café a casi negra, 6 mm, ala articulada y engrosada en la base, en su unión con la semilla, 16 mm. ¹
<i>P. oocarpa</i> var. <i>microphylla</i> Shaw	Café oscura, con motas más oscuras, ala articulada y engrosada en la base, en su unión con la semilla, 13-15 mm. ¹
<i>P. patula</i> Schl. et Cham.	Triangular aguda, negra, 5-6 mm, ala articulada, café, 12-14 mm.
<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	Café muy oscura a casi negra, 5 X 3 mm, ala engrosada en la base, donde se une a la semilla, 15 mm. ¹
<i>P. pinceana</i> Gord.	Elipsoidal, morena, 10-12 mm, sin ala.
<i>P. ponderosa</i> Doug.	Redondeada, morena, 8-9 mm, ala articulada, morena, 22-25 mm.
<i>P. pringlei</i> Shaw	Oblonga, morena, 4-5 mm, ala articulada, morena, 15-17 mm.
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Triangular, café oscura, 5-6 mm, ala articulada, castaña, 20-23 mm.
<i>P. pseudostrobus</i> f. <i>megacarpa</i> Loock	7-8 mm, ala articulada, 24 mm. ¹
<i>P. pseudostrobus</i> f. <i>protuberans</i> Mart.	Café, 6-7 mm, ala articulada, 20-22 mm. ¹
<i>P. quadrifolia</i> Parl.	Café oscura a café moteada, 12-15 X 8-10 mm, sin ala. ¹
<i>P. radiata</i> var. <i>binata</i> Lemm.	Ovoide, café oscura, 6-7 mm, ala articulada, morena, 12-14 mm.
<i>P. remota</i> (Little) Bailey et Hawksworth	Ovoide o elipsoidal, castaña, 12-14 mm, sin ala.
<i>P. rudis</i> Endl.	Ovoide, café oscura, 5-6 mm, ala articulada, morena, 30-35 mm
<i>P. rzedowskii</i> Madrigal et Caballero	Triangular, café oscura, 8-10 mm, ala articulada, morena, 20-35 mm.
<i>P. tecunumanii</i> (Schwertfeger) Eguiluz et Perry	Café pálida, 4-6 X 3 mm, ala articulada, un poco ensanchada en su unión con la semilla, 9 mm. ¹
<i>P. teocote</i> Schl. et Cham.	Triangular, café oscura, 3-4 mm, ala articulada, morena, 12-15 mm.

Cuadro. 32.2. Algunos datos de análisis de semillas, y otros, para especies mexicanas de pinos.

Especie	Peso	C.H.	Germin.	E. G.	Viabilidad	Sem./cono	Almacenamiento	Pureza
<i>P. arizonica</i>	23 832 a 34 188 ^(1,2,5)	8.9% ⁽⁵⁾	96.8% ⁽⁵⁾ a 30/25 °C, fotop. 16 h., previo remojo en H ₂ O ₂ por 12 h ⁽⁵⁾	6 días (para el 85% de la germin.). ⁽⁵⁾	80% (tetrazolio) ⁽⁵⁾			94.3% ⁽⁵⁾
<i>P. arizonica</i> var. <i>stormiae</i>	28 000 ⁽²⁾							
<i>P. attenuata</i>	65 000 ⁽²⁾ 31 000 a 71 000 (EE. UU.) ⁽⁴⁾		80% ⁽⁴⁾					
<i>P. ayacahuite</i>	10 297 a 23 487 ⁽¹⁾	6-7% para almacenarlas ⁽³⁾ , 10.5% ⁽¹⁶⁾	60% ⁽¹⁾ , 10.6% ⁽¹⁶⁾				42% (69 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. ayacahuite</i> var. <i>brachyptera</i>	2433 a 7142 ^(1,2,26)		22.7% a 29% ^(27,29)					
<i>P. ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	2 544 a 4 269 ^(1,7)	10.5% ⁽⁷⁾	87%, a 25 °C, estratific. A 3 °C por 75 días ⁽⁷⁾ , 84.7% en vivero ⁽²⁸⁾		92% ⁽⁷⁾			100% ⁽⁷⁾
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (ver además Perera <i>et al.</i> , 2021 ⁽³⁹⁾ , en este libro).	45 000 a 78 000 ^(2, 22, 39)	8% ⁽²²⁾	80-95% (30/20 °C, fotoperiodo de 16 h ⁽²³⁾)		90 a 99% ⁽²²⁾	38 ⁽²²⁾	5 años a 0-5 °C y 6- 8% de contenido de humedad semilla ⁽²²⁾	95-99% ⁽²²⁾
<i>P. catarinae</i>			15.7%, a 30 °C ⁽¹⁴⁾					
<i>P. cembroides</i>	2 480 a 4 132 ^(1,7)	7.7 ⁽³⁶⁾ a 11% ⁽⁷⁾	18% a 22 °C, estrat. a 9 °C por 45 días ⁽⁷⁾ da 88.2%. 90% (com. pers. A. de la Rosa V. y obs. personal)	12.7 d para 50% ger. ⁽³⁶⁾	81, 93.5% ⁽³⁶⁾		A 4-5 °C, se conservan viables 7 años ⁽³⁾	99% ⁽⁷⁾
<i>P. cembroides</i> ssp. <i>orizabensis</i>		7.4% ⁽³⁶⁾	41% ⁽¹⁾ , 48 ⁽¹³⁾ , 84.2% ⁽³⁶⁾		90.8% ⁽³⁶⁾		35% (75 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	

Continúa...

Cuadro 32.2. Continuación.

Especie	Peso	C.H.	Germin.	E. G.	Viabilidad	Sem./cono	Almacenamiento	Pureza
<i>P. chiapensis</i>	36 536 a 184 210 ^(1,3)	6-7% para almacenarlas	80% ⁽¹⁵⁾		≥80%	42-178 semillas poten. ⁽³⁰⁾	A 0 °C mantienen viabilidad por 5-10 años. ⁽³⁾	
<i>P. chihuahuana</i>	85 000 a 88 000 ⁽²⁾							
<i>P. contorta</i> var. <i>latifolia</i>	107 642 a 119 331 ⁽¹⁾ 174 000 a 251 000 (EE. UU. ⁽⁴⁾)		83% ⁽¹⁾		≥83%		80% (47 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. contorta</i> ssp. <i>murrayana</i>	257 000 ⁽²⁾ 256 000 a 262 000 (EE. UU.) ⁽⁴⁾		73% ⁽⁴⁾		≥73%			
<i>P. cooperi</i>	32 786 a 57 077 ⁽¹⁾		60% ⁽¹⁾ , 97.8 ⁽¹¹⁾		≥60-97.8%		54% (88 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. coulteri</i>	2600 a 3500 ^(2,4)		80% ⁽⁴⁾		≥80%			
<i>P. culminicola</i>			21% ⁽³⁷⁾ a 19-21 °C		100%(?)(³⁷)			
<i>P. discolor</i>			50-70% en vivero (com. pers. A. de la Rosa V. y obs. personal)		≥50-70%			
<i>P. douglasiana</i>	44 244 a 73 146 ⁽¹⁾	6.1 ⁽³²⁾	91% ⁽¹⁾		59% ⁽³²⁾ a 91%		85% (25 meses a aprox. 0 °C)(¹)	
<i>P. durangensis</i>	24 200 a 44 208 ^(1,2,5)		93% ⁽¹⁾ , 85.5% a 30/25 ° C, fotop. 16 h ⁽⁵⁾	12 días para el 85% de la germin. ⁽⁵⁾	94.5% (tetrazolio). ⁽⁵⁾		89% (78 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	93.8%

Continúa...

Cuadro 32.2. Continuación.

Especie	Peso	C.H.	Germin.	E. G.	Viabilidad	Sem./cono	Almacenamiento	Pureza
<i>P. edulis</i>	3000 a 5500 ^(2,4)		80% ⁽⁴⁾					
<i>P. engelmannii</i>	22 000 a 33 046 ^(1,2)		85% ⁽¹⁾ , 98.1%, a 25-28 °C ⁽⁹⁾		77% (rayos X) ⁽⁹⁾		70% (49 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. estevezi</i>	7050 a 15 000 ⁽²⁵⁾							
<i>P. flexilis</i>	8800 ⁽²⁾							
<i>P. greggii</i> (ver además López y Escobar- Alonso, 2021 ⁽⁴⁰⁾ en este libro).	55 483 a 98 522 ⁽¹⁾	10% ⁽⁴⁰⁾	82% ⁽¹⁾ , 94.7% ⁽¹²⁾		≥90% ⁽⁴⁰⁾	46-74, según la variedad ⁽⁴⁰⁾	61% (76 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. hartwegii</i>	43 271 a 59 804 ⁽¹⁾		70% ⁽¹⁾ , 98% en invernadero ⁽¹⁹⁾ .				68% (56 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. herrerae</i>	102 639 a 144 144 ⁽¹⁾		39% ⁽¹⁾				37% (21 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. jaliscana</i>	120 000 ⁽²⁾							
<i>P. jeffreyi</i>	7 314 a 9 382 ⁽¹⁾ 5800 a 11 700 (EE. UU.) ⁽⁴⁾		81% ⁽¹⁾				74% (50 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. johannis</i>	2200 ⁽²⁾		25% ⁽¹⁷⁾					
<i>P. lagunae</i>	3800 ⁽²⁾							
<i>P. lawsoni</i>	42 016 a 51 746 ⁽¹⁾		31% ⁽¹⁾				26% (33 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. lambertiana</i>	4 600 a 7 207 ^(1,2) 3257 a 6000 (EE. UU.) ^(4, 24)		32% ⁽¹⁾ , 51% ⁽⁴⁾ 70-95% ⁽²⁴⁾		67-99% en años semilleros; 28% en años de baja producción ⁽²⁴⁾	209-219 (150 sanas) ⁽²⁴⁾	30% (43 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. leiophylla</i> (ver Escobar-Alonso y Rodríguez-Trejo, 2021 ⁽⁴¹⁾ , este libro).	85 000 a 124 416 ⁽¹⁾		24%, 81% ⁽¹⁾ , 82.5% a 25 °C ⁽⁶⁾		80-98% ⁽⁴¹⁾		10% (56 mes., 0 °C) ⁽¹⁾ 72% (36 mes., 0 °C) ⁽¹⁾	

Continúa...

Cuadro 32.2. Continuación.

Especie	Peso	C.H.	Germin.	E. G.	Viabilidad	Sem./co no	Almacenamien to	Pureza
<i>P. lutea</i> Blanco			76% (1)				49% (120 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. martinezii</i>	48 000 (2)		8.9-45.5% (diferentes familias) (31)		52.3% (flotación) (31)	47 (31)		
<i>P. maximartinezii</i>	776 a 827 (1,2)	7.9% (7)	47% (1), 15 % a 22 °C, estrat. a 9 °C por 30 días (7)		96%		38% (48 meses a aprox. 0 °C) (1)	98% (7)
<i>P. maximinoi</i>		6.2 (32)	97% a 25 °C (32), 64% (1)		69-97%(?) (32)		61% (1) (56 meses a aprox. 0 °C)	
<i>P. michoacana</i> (= <i>P. devoniana</i> Lindl.)	15 974 a 49 751 (1,16)	8.2 (16)	76% (1), 67.9% (16), 86%, 22-23 °C, fotop. 16 h, remojo previo por 12 h en sol. De <i>Arthrobacter agilis</i> UMCV2. (20)				73% (57 meses a aprox. 0 °C)	
<i>P. michoacana</i> var. <i>cornuta</i>	16 920 a 53 333 (1)		89% (1)				88% (60 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. michoacana</i> var. <i>procera</i>			68% (1)				66% (102 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. michoacana</i> var. <i>procera</i>			68% (1)				66% (102 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. michoacana</i> f. <i>tumida</i>			96% (1)				95% (14 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. monophylla</i>			69% (1)				49% (33 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. montezumae</i> (ver Herrera y Escobar- Alonso, 2021(42), en este libro).	17 000 a 50 000 (8, 42)	8% (8), 10% (42)	69% (1), 85% (8), 90% (42)	13 días p. alcanzar 65% de germin. (8)	>90% (42)	172 (42)	69% (67 meses a aprox. 0 °C) (1)	>90%(42)
<i>P. muricata</i>	86 000 a 112 000 (Méx., EE.UU. (2,4)		40, 49 y 80% (1, 4, 38); los dos últimos en EE. UU.				34% (9 meses a aprox. 0 °C) (1)	

Continúa...

Cuadro 32.2. Continuación.

Especie	Peso	C.H.	Germin.	E. G.	Viabilidad	Sem./cono	Almacenamiento	Pureza
<i>P. oocarpa</i>	41 000 a 120 000 (10,2)	8% ⁽¹⁰⁾	86% (1), 90% (10)				81% (53 meses a aprox. 0 °C) (1)	99%
<i>P. oocarpa</i> var. <i>ochoteranae</i>			91% (1) 50% (1)				88% (74 meses a aprox. 0 °C) (1) 26% (29 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. patula</i>	85 251 a 180 868 (2,3,8)	6-10% (3,8)	89% (1), 79% (8)	20 días para el 65% de la germin. final.			80% (50 meses a aprox. 0 °C) (1) 2-8 °C (5-10 años) (3)	
<i>P. pinceana</i>			9% con cubierta seminal, 86% sin ella (34)					
<i>P. pseudostrobus</i> (ver mpas detalles de 4 variedades en Escobar-Alonso, 2021 ⁽⁴³⁾ , en este libro).	37 371 a 57 705 (3,8)	7%, 9.3 a 10.3% ⁽⁴³⁾	73% (1), 75.2% (8), 95% (43)	18 días p. 65% germ. final (8)	48.3 a >95% (43)		69% (39 meses a 0 °C) (1)a 4 °C (3)	95-99% (43)
<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>			78% (1)				77% (26 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>coatepecensis</i>			82% (1)				79% (46 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. pseudostrobus</i> f. <i>protuberans</i>			98% (1)				95% (60 meses a aprox. 0 °C) (1)	
<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>oaxacana</i> (= <i>P. oaxacana</i> Mirov)			63% (1), 77.5% (33), 48.5%, invernadero, almacenada en refrigeración por 2 años (21)				57% (52 meses a aprox. 0 °C) (1)	

Continúa...

Cuadro 32.2. Continuación.

Especie	Peso	C.H.	Germin.	E. G.	Viabilidad	Sem./cono	Almacenamiento	Pureza
<i>P. quadrifolia</i>	2200 ⁽²⁾		21% ⁽¹⁾				7% (6 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. radiata</i> var. <i>binata</i>	103 000 ⁽²⁾							
<i>P. rudis</i>			74%, 40.5% ^(1,18) .	40 días p. 75% de ger. final.			66% (32 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	
<i>P. rzedowskii</i>			5% (en habitación, estrat. por 8 d a 5 °C ⁽³⁵⁾)					
<i>P. tecunumanii</i> (Schwertfeger)	55 000 ⁽²³⁾		65-70% (Colombia) ⁽²³⁾					
<i>P. teocote</i> (ver también Escobar-Alonso y Rodríguez- Trejo, 2021 ⁽⁴⁴⁾ , en este libro.	142 918 a 161 350 ⁽⁴⁴⁾	10% ⁽⁴⁴⁾	76% ⁽¹⁾ , 87% ⁽⁴⁴⁾			Potencial de hasta 50- 100 ⁽⁴⁴⁾	71% (37 meses a aprox. 0 °C) ⁽¹⁾	Hasta 100% ⁽⁴⁴⁾

Fuentes: ⁽¹⁾ Patiño *et al.* (1983), ⁽²⁾ Perry (1991), ⁽³⁾ Niembro *et al.* (2010), ⁽⁴⁾ Krugman y Jenkinson (1974), Young y Young (1992), ⁽⁵⁾ Meraz y Bonilla (2000), ⁽⁶⁾ Gómez *et al.* (2010), ⁽⁷⁾ Villagómez y Carrera (1979), ⁽⁸⁾ Aparicio *et al.* (1999), ⁽⁹⁾ Bustamante *et al.* (2012), ⁽¹⁰⁾ Salazar (2000), ⁽¹¹⁾ Ibarra (1994), ⁽¹²⁾ Martínez (2014), ⁽¹³⁾ Sánchez *et al.* (2005), ⁽¹⁴⁾ Flores y Lemus (2000), ⁽¹⁵⁾ Martínez (1998), ⁽¹⁶⁾ Carrillo *et al.* (1980), ⁽¹⁷⁾ Montalvo *et al.* (2016), ⁽¹⁸⁾ Altamirano y Aparicio (2002), ⁽¹⁹⁾ Ortega *et al.* (2003), ⁽²⁰⁾ Montejo *et al.* (2016), ⁽²¹⁾ Ramírez *et al.* (2009), ⁽²²⁾ Cano (2017), ⁽²³⁾ Austral Andes (2021), ⁽²⁴⁾ Shen y Cho (2021), ⁽²⁵⁾ Steele (1990), ⁽²⁶⁾ Leal Sánchez *et al.* (2020), ⁽²⁷⁾ Goodrich (2016), ⁽²⁸⁾ López *et al.* (2018), ⁽²⁹⁾ Segura (2004), ⁽³⁰⁾ Mendizábal *et al.* (2015), ^(30B) Pineda *et al.* (2018), ⁽³¹⁾ Morales *et al.* (2017), ⁽³²⁾ Ordóñez *et al.* (2021), ⁽³³⁾ Carrillo *et al.* (1980), ⁽³⁴⁾ Ramírez *et al.* (2008), ⁽³⁵⁾ Castilleja *et al.* (2016), ⁽³⁶⁾ Hernández *et al.* (2018), ⁽³⁷⁾ Cervantes (2000), ⁽³⁸⁾ Krugman y Jenkinson (1974), ⁽³⁹⁾ Perera *et al.* (2021), ⁽⁴⁰⁾ López y Escobar-Alonso (2021), ⁽⁴¹⁾ Escobar-Alonso y Rodríguez-Trejo (2021a), ⁽⁴²⁾ Herrera y Escobar-Alonso (2021), ⁽⁴³⁾ Escobar-Alonso (2021), ⁽⁴⁴⁾ Escobar-Alonso y Rodríguez-Trejo (2021b).

En pinos norteamericanos, se observa que, aunque algunas especies producen abundante semilla cada año (como *P. attenuata* y *P. contorta*), muchas lo hacen en periodos de 2 a 10 años (5-8 años en *P. cembroides*, 3-4 años en *P. engelmannii* y *P. leiophylla*, por ejemplo) (Young y Young, 1992).

Análisis de semillas

Pureza. Beneficiados los conos y desalada y limpiada la semilla, la pureza es alta, superior a 95%.

Peso. Hay amplia variabilidad inter e intraespecífica. Para el primer caso, se tienen registrados extremos de entre 776 semillas kg^{-1} (*P. maximartinezii*) y 251 000 (*P. contorta* var. *latifolia*) de EE. UU. Al parecer la mayor variabilidad para una especie, la exhibe *P. chiapensis*, con un intervalo de 36 536 a 184 210 semillas kg^{-1} , es decir, el intervalo superior supera al inferior en poco más de 500%.

Contenido de humedad. Se trata de semillas ortodoxas, con bajo contenido de humedad, del orden de 6 a 11%.

Germinación y factores ambientales. La revisión realizada involucra datos obtenidos en cámaras de ambiente de secado, invernaderos y camas de cultivo, principalmente. De lo anterior, además de la variabilidad entre procedencias, tamaño de las poblaciones, condición de la semilla y que en ocasiones se trató de semilla almacenada, es que se tiene tanta variabilidad en la capacidad germinativa de las especies, tanto inter

como intraespecífica. No obstante, la mayoría de estas, cuando se proporcionan las condiciones adecuadas, arrojan capacidades germinativas de 80% o más. En general, los pinos nacionales germinan bien con temperaturas constantes o un régimen día noche de entre 30 y 20 °C (ver cuadro 32.2).

Energía germinativa. En varias especies, esta variable tomada como el tiempo para alcanzar el 65% de la germinación final, alcanza 13 a 20 días.

Viabilidad. La viabilidad tiene valores similares o ligeramente superiores a los de la capacidad germinativa (Cuadro 32.2).

Latencia

Algunas especies de EE. UU. (que también habitan en México) requieren estratificación en frío, por lo que presentan latencia fisiológica. Por ejemplo, *P. attenuata* (remojo 1-2 días en agua y luego estratificación a 3-5 °C por 60 días) y *P. lambertiana* (estratificación por 60-90 días). También se recomienda para *P. patula* (estratificación durante 60 días), que de forma natural solo lo hay en México (Young y Young, 1992). *Pinus pinceana* muestra latencia (física) por su dura cubierta seminal y también latencia química (Ramírez *et al.*, 2008). Por su parte, Shen y Cho (2021) refieren latencia física para la semilla de *P. lambertiana* de EE. UU.

Regeneración natural

Dispersión. Excepto por los pinos piñoneros, casi todas las especies de pinos cuentan con ala y dispersión por el viento (y por gravedad cuando no sopla el viento). Fauna como mamíferos y aves consumen las semillas del género, en especial de los pinos piñoneros, y así contribuyen también a su dispersión.

Bancos de semilla. Las especies serótinas conforman bancos de semilla aérea donde la semilla permanece viable varios años. Luego de incendios superficiales, o de copa, la semilla es liberada sobre el área quemada donde germina y se establece la regeneración.

Tolerancia a la sombra. La gran mayoría de los pinos son intolerantes a la sombra, se trata de especies pioneras o de etapas sucesionales iniciales o intermedias. En algunos casos conforman la única etapa sucesional disponible en la que participan árboles, como son las partes más altas del bosque de *P. hartwegii*. En otras pueden representar el clímax o una etapa sucesional avanzada. En el caso de los pinos piñoneros, durante su regeneración se pueden beneficiar de micrositios con sombra parcial provistos por otras plantas y donde el final de la serie sucesional serán este tipo de pinos.

Tipo de germinación. Las especies del género tienen germinación epígea.

Implicaciones para el manejo de la semilla en viveros

Cómo recolectar la semilla. Para la recolección el personal debe estar dotado de casco, gafas (*googles*), camisa de algodón de manga larga, pantalón de mezclilla y botas con casquillo. Es común ascender a los árboles con la ayuda de equipo como “espolones” o “bicicletas”, con los debidos cinturones de seguridad y cuerdas. Los conos son cortados con tijeras podadoras a una mano o -ya sea desde el suelo o sobre el árbol- utilizando las herramientas llamadas garrochas podadoras o bien los “ganchos”, que cuentan con cuchillas curvas al extremo de un largo mango, para jalar o empujar y hacer así el corte. Los conos son recolectados en sayales. Para proceder con la recolección, los conos deben estar maduros (sin abrir todavía) o verdes a punto de madurar.

Beneficio. Los conos pueden ser puestos a secar al sol en el vivero sobre un plástico o lona, encima de una carpeta de cemento. Conforme van abriendo, se deben rodar con rastrillos. Finalmente, trabajadores del vivero los chocan con las manos uno contra otro para extraer toda la semilla. La extracción de las semillas remanentes también puede hacerse en cilindros rotatorios con aspas en el interior y que se operan manualmente con una manivela. El desalado se hace manualmente, restregando las semillas con las manos. La limpieza se

realiza desde un aro circular con malla, sobre la cual se depositan las semillas, las cuales son aventadas hacia arriba cuando hay viento; las semillas son cachadas en la malla nuevamente y las impurezas, como las alas, se las lleva el viento. Los conos de especies serótinas se pueden envolver en plástico, poner dentro de invernaderos, en estufas de secado o en secadoras para conos (a unos 40-45 °C) en estos últimos casos, para acelerar su apertura.

En viveros tecnificados, el secado se puede hacer en las secadoras de conos, después pasarlos a tolvas que mediante bandas sin fin depositan los conos en grandes golpeadoras de conos mecanizadas (cilindros rotatorios con aspas en el interior) para terminar de extraer bien las semillas. Estas últimas son desaladas en una desaladora de tambor rotatorio donde se humectan y ponen a girar para que se rompa el ala. Después de este paso, la semilla se deja secar y se pasa a una mesa vibradora para separar las impurezas de las semillas. Ya limpias, las semillas se pasan a otra mesa

vibradora que las separa por tamaños. Tal separación también se puede realizar en separadoras de columna vertical de chorro de aire, las cuales aparte pueden ser usadas para separar la semilla vana de la buena.

Almacenamiento. En general se reporta en la literatura que las semillas de pinos, almacenadas con contenidos de humedad de 6 a 8% y a temperaturas de 2 a 5 °C, mantienen una alta viabilidad durante 5-10 años.

Tratamiento previo a la semilla. En algunos casos, particularmente de procedencias de regiones frías del norte del país, así como de zonas de mayor altitud, se requiere estratificación a 2-3 °C por algunas semanas. Por otra parte, se suele remojar la semilla para iniciar y uniformar la germinación antes de la siembra. Los pinos piñoneros pueden requerir de remojo por 24 a 48 h y escarificación mecánica.

Siembra. La profundidad de siembra normalmente es de 0.5 a 1.5 cm; en pinos piñoneros es de 1 a 2 cm.

Literatura Citada

Altamirano Q., M. T., y A. Aparicio R. 2002. Efecto de la lombricultura como sustrato alterno en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. y *Pinus rudis* Endl. Foresta veracruzana 4(1): 35-40.

Austral Andes. 2021. *Pinus tecunumanii*. <http://www.australandes.com/semillas/pino/pinus-tecunumanii/> (Consultado en marzo, 2021).

Aparicio R., A., H. Cruz J., y J. Alba L. 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. Floresta Veracruzana 1(2): 31-34.

- 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 production of *Pinus engelmannii* Carr in seed stands in Durango state, Mexico. *Southwestern Entomologist* 37(3): 351-359.
- Cano M., E. E. 2017. Pino Caribe. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W. H. Barrett & Golfari. Instituto Nacional de Bosques. Guatemala. 37 p.
- Carrillo S., A., F. Patiño V., e I. Talavera A. 1980. Contenido de humedad de siete especies de *Pinus* y de *Abies religiosa* y su relación con el porcentaje de germinación. *Ciencia Forestal* 5(24): 39-48.
- Castilleja S., P., P. Delgado V., C. Sáenz R., and Y. Herrerías D. 2016. Reproductive success and inbreeding differ in fragmented populations of *Pinus rzedowskii* and *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, two endemic pines under threat. *Forests* 7(178): 1-17.
- Cervantes M., R. 2000. Detección de patógenos presentes en tres especies de semillas forestales (*Abies vejari* Martínez, *Pinus culminicola* A&B y *Picea engelmannii* (Perry) Engelm. var. *mexicana* Martínez). Tesis Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. División de Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buanvista, Saltillo, Coah. 54 p.
- Eguiluz P., T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género *Pinus* en México. Tesis profesional. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 636 p.
- Escobar-Alonso, S. 2021. *Pinus pseudostrobus*. (presente libro, pp. 266-270).
- Escobar-Alonso, S., y D. A. Rodríguez-Trejo. 2021a. *Pinus leiophylla*. (presente libro, pp. 256-260).
- Escobar-Alonso, S., y D. A. Rodríguez-Trejo. 2021b. *Pinus teocote*. (presente libro, pp. 271-274).
- Farjon, A., J. A. Pérez de la R., B. T. Styles. 1997. Guía de Campo de los Pinos de México y América Central. The Royal Botanic Gardens, Kew y Universidad de Oxford. Kew. 151 p.
- Flores L., C., y J. L. Lemus S. 2000. Maduración de conos y estimación de semillas llenas de *Pinus catarinae* M. F. Robert Passini. Salazar, R. (coord.). Memorias II Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina, CATIE, Santo Domingo, República Dominicana, 18-22 de octubre, 1999. Turrialba, Costa Rica. pp. 17-24.
- Gómez J., D. M., C. Ramírez H., J. Jasso M. y J. López U. 2010. Variación en características reproductivas y germinación de semillas de *Pinus leiophylla* ex Schtdl. & Cham. *Revista Fitotecnica Mexicana* 33(4): 297-304.
- Goodrich, B. A., K. M. Waring, and T. E. Kolb. 2016. Genetic variation in *Pinus strobiformis* growth and drought tolerance from southwestern US populations. *Tree Physiology* 36(10): 1219-1235.
- Hernández A., L. A., J. López U., C. Ramírez H., y A. Romero M. 2018. Variación en germinación y vigor de semillas de *Pinus cembroides* y *P. orizabensis*. *Agrociencia* 52: 1161-1178.
- Herrera H., R. y S. Escobar-Alonso. 2021. *Pinus montezumae* (presente libro, pp. 261-265).
- Ibarra H., J. P. 1994. Estudio de conos y semillas de un área semillera de *Pinus cooperi* var. *ornelasii*, en la UCODEFO 5 "El Huehuento" San Dimas, Durango. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo. 49 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. Carta de uso actual del suelo y vegetación. Serie II. INEGI. México.

- Krugman, S. L., J. L. Jenkinson. 1974. *Pinus* L. In: Schopmeyer, C. S. (tech. coord.). Seeds of Woody Plants in the United States. Agriculture Handbook 450. USDA Forest Service. Washington, DC. pp. 598-637.
- Leal S., A., M. K. Waring, M. Menon, A. S. Cushman, A. Eckert, L. Flores-Rentería, J. C. Hernández D., C. A. López-Sánchez, J. H. Martínez G., and C. Wehenkel. 2020. Morphological differences in *Pinus strobiformis* across latitudinal and elevational gradients. *Frontiers in Plant Science* 11:16 (artic. 559 697).
- López L., B., P. Gálvez A., B. Calleja P., J. Méndez G., y J. M. Ríos C. 2018. Sustratos orgánicos en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roetzl) Shaw en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9(49): 110-124.
- López U., J. y S. Ecobar-Alonso. 2021. *Pinus greggii*. (presente libro, pp. 250-255).
- Martínez C., N. 1998. Atributos poblacionales y reproductivos de *Pinus chiapensis* en Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* 69: 119-134.
- Martínez, M. 1984. Los Pinos Mexicanos. Ed. Botas. México. 361 p.
- Mendizábal H., L. C., J. Alba L., L. Hernández, J., E. O. Ramírez G., y M. C. Rodríguez J. 2015. Potencial de producción de semillas de *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen. *Foresta Veracruzana* 17(2): 47-52.
- Meraz G., y R. Bonilla B. 2005. Análisis y tratamientos pregerminativos en semillas de *Pinus arizonica* Engelm. y *Pinus durangensis* Mart. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 6(1): 15-20.
- Mirov, N. T. 1967. The Genus *Pinus*. Ronald. New York. 610 p.
- Montejo M., W., E. Valencia C., P. López Z., y C. Velázquez B. 2016. Efecto de *Arthrobacter agilis* UMCV2 sobre la germinación y crecimiento de *Pinus devoniana* Lindley. *Polibotánica* 41: 79-90.
- Morales-Hernández, J., S. Zepeda-Guzmán, J. Cruz-de León, M. Gómez-Romero, y J. E. Ambríz-Parra. 2017. Descripción macroscópica y germinación de semillas de *Pinus martinezii* Larsen del estado de Michoacán. *Foresta Veracruzana* 19(1): 1-6.
- Niembro R., A. 1986. Mecanismo de Reproducción Sexual en Pinos. Limusa. México. 130 p.
- Niembro R., A., M. Vázquez T., y O. Sánchez S. 2010. Árboles de Veracruz. 100 Especies para la Reforestación Estratégica. Gobierno del Estado de Veracruz. México. 256 p.
- Ordoñez S., C., A. Orozco S., M. Efisio, E. Castillo L., P. Dávila A., H. W. Pritchard, T. Ulian, C. M. Flores O. 2021. Thermal niche for germination and early seedling establishment at the leading edge of two pine species, under a changing climate. *Environmental and Experimental Botany* 181: 1-12.
- Ortega M., A., L. Mendizábal H., J. Alba L., y A. Aparicio R. 2003. Germinación y crecimiento inicial de *Pinus hartwegii* Lind. De siete poblaciones del Estado de México. *Foresta Veracruzana* 5(2): 29-34.
- Patiño V., F., P. de la Garza, Y. Villagómez A., I. Talavera A., y F. Camacho M. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. *Boletín Divulgativo* 63. INIF. México. 181 p.
- Perera L., J. F., M. Á. Musálem S., D. A. Rodríguez-Trejo, J. A. Torres P. 2021. *Pinus caribaea*. (presente libro, pp. 246-249).

- Perry Jr. J. P. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, OR. 231 p.
- Ramírez H., C., T. Beardmore, and J. Loo. 2008. Overcoming dormancy of *Pinus pinceana* seeds. Seed Science and Technology 36(1): 1-20.
- Pineda, P., J. A. 2018. Distribución y caracterización ecológica de *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen en el estado de Veracruz. Tesis Maestría en Ciencias en Ecología Forestal. Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 73 p.
- Salazar, R. (coord. téc.). 2000. Manejo de Semillas de 100 especies Forestales de América Latina. Vol. 1. Manual Técnico 41. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Sánchez G., A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. Madera y Bosques 14(1): 107-120.
- Sánchez T., V., M. L. Nieto P., y L. C. Mendizábal H. 2005. Producción de semillas de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de Altzayanca, Tlaxcala, México. Foresta Veracruzana 7: 15-20.
- Segura C., M. A. 2004. Efecto del volumen del contenedor y fertilización en el desarrollo de brinzales de *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw. Tesis de Maestría en Manejo del Recurso Forestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Xalapa de Enríquez, Ver. 109 p.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. NOM-015-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010 (Segunda sección). 78 p.
- Shen, X., and M. J. Cho. 2021. Factors affecting seed germination and establishment of an efficient germination method in sugar pine (*Pinus lambertiana* Dougl.). HortScience 56(3): 299-304.
- Steele, R. 1990. *Pinus flexilis* (James). Limber Pine. In: Burns, R., and B. Honkala (eds.). Silvics of North America. Vol. 1, Conifers. Agriculture Handbook 654. USDA Forest Service. USDA Forest Service. Washington, DC. pp. 348-352.
- TGDB (The Gymnosperm Data Base). 2021. <https://www.conifers.org/> (consultado enero 2021).
- Villagómez A., Y., y S. Carrera G. 1979. Efectos de la estratificación de semillas en tres especies del género *Pinus*. Ciencia Forestal 4(17).
- Young, J. A., and C. G. Young. 1992. Seeds of Woody Plants in North America. Dioscorides Press. Portland, OR. 407 p.