

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

Proyecto de Servicio Social

Realización: PRUEBAS DE GERMINACIÓN Y VIABILIDAD DE SEMILLAS FORESTALES A TRAVÉS DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DEL CENID COMEF, INIFAP.

Prestador de Servicio Social:

Escobedo Miranda Carlos

Matrícula: 2163023123

Asesor Interno:

M.C. María Guadalupe Ramos Espinosa

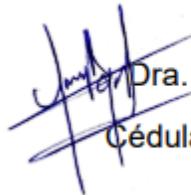
No. Económico: 12394



Asesor Externo

Dra. Liliana Muñoz Gutiérrez

Cédula Profesional: 11622412



Lugar de realización:

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) INIFAP. Av. Progreso 5, Col. Barrio de Santa Catarina. Alcaldía Coyoacán. Ciudad de México C.P. 04010

Fecha de inicio y terminación:

Del 5 de septiembre 2022 al 5 marzo del 2023

Índice

1. **Introducción**
2. **Planteamiento del problema y Justificación**
3. **Objetivo General**
4. **Objetivos Específicos**
5. **Marco teórico**
6. **Materiales y métodos**
7. **Resultados**
8. **Discusión**
9. **Conclusión**
10. **Calendario de actividades**
11. **Literatura citada**

1.-INTRODUCCION

En México son de gran relevancia los ecosistemas forestales, ya que ocupan 137.8 millones de hectáreas del territorio nacional, contribuyen a la regulación del clima, evitan erosión, retienen agua, capturan carbono entre otras funciones ecológicas, en estos ecosistemas forestales se encuentran una gran diversidad de especies arbóreas las cuales son fuentes de recursos alimenticios, maderables, combustibles y medicinales; sin embargo la diversidad de las especies forestales se ven afectadas por actividades de origen antrópico, ocasionando el cambio de uso del suelo y la deforestación, aunado al cambio climático que modifica el ambiente de estos (Galicia, 2013). Particularmente en México los bosques templados se extienden en un área de alrededor de 323,305 km² (Galicia et al., 2015) sin embargo estos ecosistemas se han reducido en casi 45% de su superficie (SEMARNAT-COLPOS, 2002). Las principales causas de deforestación en México son el cambio de uso de suelo para agricultura (82%), la tala ilegal (8%) así como los incendios forestales y las enfermedades (6%) (Goldstein et al., 2011). Debido a esta problemática existen instituciones gubernamentales como el Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que se encarga de la recolecta, almacén y análisis de semillas que buscan conservar los recursos genéticos así como su diversidad, lo anterior, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, con el propósito de conservar su potencial germinativo a largo plazo.

Por lo anterior, los bancos de germoplasma desempeñan un papel importante como medios de conservación de recursos genéticos *ex situ*, ya que en condiciones *in situ*, en muchos lugares el ambiente ha sido alterado por diversos fenómenos naturales y antropológicos poniendo en peligro su desarrollo y la diversidad, la cual es vital para poder reconocer variedades con características como resistencia a sequía, heladas, plagas y enfermedades (COLPOS, 2012).

Por otra parte, en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del INIFAP Viveros Coyoacán, se cuenta con una gran diversidad de semillas en el banco de germoplasma forestal, el cual cuenta con muestras recolectadas desde los años 70s, tanto dentro y fuera del país. En este banco se encuentran especies de relevancia económica y ecológica, y por lo tanto es necesario evaluar cada cierto periodo los lotes de semillas para su conservación en el largo plazo.

2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

Las semillas forestales se clasifican en ortodoxas y recalcitrantes; las primeras, pueden permanecer viables con bajos contenidos de humedad (5% en peso húmedo) y pueden almacenarse a temperaturas bajas o inferiores a los 0° C por largos periodos de tiempo, por el contrario, las semillas recalcitrantes no pueden sobrevivir con contenidos de humedad tan bajos, estos deben ser relativamente altos (entre 20-50% peso en húmedo) y no toleran el almacenamiento a bajas temperaturas durante periodos largos de tiempo (FAO, 2014). Dada estas condiciones de almacenamiento que requieren los diferentes tipos de semillas, estas pueden perder su viabilidad con el tiempo y, por lo tanto, los lotes almacenados en bancos de germoplasma deben ser analizados cada cierto periodo de tiempo.

Por lo anterior, los bancos de germoplasma son importantes desde el punto de vista de la conservación y resguardo de la diversidad genética agrícola, forestal y pecuaria, en estos centros se resguardan materiales que pueden estar en peligro de extinción; se conservan para en caso de desaparecer, estos puedan ser reintroducidos y así recuperar áreas que ya se habían perdido. Además, se puede disponer de una fuente de genes para la investigación, caracterizando los materiales y variedades que presenten resistencia a sequía, heladas, plagas y enfermedades, etc., también bajo condiciones de cambio climático y para la seguridad alimentaria.

3.-OBEJTIVO GENERAL

Conocer la capacidad germinativa de semilla forestal almacenada durante diferentes periodos de tiempo en el banco de germoplasma del Cenid Comef, INIFAP, Ciudad de México.

4.-OBJETIVO ESPECIFICOS

Determinar la energía germinativa y la capacidad germinativa de cinco lotes de semillas de diferentes pinos almacenadas durante diferentes periodos de tiempo.

5.-MARCO TEORICO

El país cuenta con aproximadamente 65.7 millones de hectáreas de bosques de clima templado y selvas que abarcan el 32% del territorio nacional, la compleja topografía del país, variedad de climas y extensión, presentan diferentes condiciones ambientales, por lo anterior, México es considerado como un país megadiverso ya que alberga entre el 60 y 70 por ciento de la biodiversidad total del planeta, concretamente en los bosques y selvas es donde se encuentran la mayor diversidad del país (Torres, 2020). Los bosques tienen importancia ecológica, económica y social ya que generan infinidad de bienes y servicios. Su importancia ecológica se debe a que regulan el clima y amortiguan el impacto de los fenómenos naturales ya que filtran y mantienen la provisión de agua en calidad y cantidad, generan oxígeno, promueven la conservación, generación y recuperación del suelo, así como la cubierta forestal evita la erosión del suelo, capturan carbono, son reservorios de diversidad genética, proporcionan bienes a la sociedad (PROFEPA,2020). Alrededor del 80% de los bosques y selvas del país se encuentran bajo régimen de propiedad social, constituidos en alrededor de 8,500 núcleos agrarios. Las poblaciones que constituyen estos núcleos agrarios están vinculadas directamente con los recursos forestales para la obtención de sus bienes y servicios.

Por otro lado, es importante definir los términos a los que se hará referencia en el presente trabajo:

Germinación: La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se activa y la cubierta de la semilla (testas) se rompe.

Viabilidad: La viabilidad de un lote de semillas, no durmientes, hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables. Para evaluar y cuantificar la viabilidad se pueden realizar diferentes tipos de test, entre los que destacan: ensayos de germinación, test del tetrazolio y radiografía con rayos X. El procedimiento general para practicar un ensayo de viabilidad, consiste en seguir los siguientes pasos: retirar del lote de semillas una muestra de 100 (o un múltiplo de 100) semillas puras y llenas; abrir cada semilla con bisturí, por la mitad, o aplastar la cáscara de la

semilla con un martillo pequeño; y observar y anotar la cantidad de semillas que tienen un endospermo y embrión sano, bien desarrollado y completo. Para estas observaciones resultan de utilidad las lupas.

El porcentaje de semilla completa se calcula como sigue:

$$\text{Porcentaje de semilla plena} = \frac{\text{Cantidad de semillas plenas sanas y bien desarrolladas}}{\text{Cantidad total de semillas en la muestra}} \times 100$$

Energía germinativa: La energía germinativa se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el período energético.

Capacidad germinativa: La capacidad de germinación es la cantidad total de semillas en la muestra que ha germinado en un ensayo, más la cantidad de semillas que queda por germinar, pero que son aún sanas al final de la prueba, expresadas en porcentajes.

Para el desarrollo del presente trabajo, se seleccionaron lotes de semillas de cinco especies de coníferas *Pinus ayacahuite*, *P. montezumae*, *P. greggii*, *P. cooperi* y *P. pseudostrobus*. A continuación, se hace una breve descripción de las especies seleccionadas.

***Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schtdl**

P. ayacahuite también conocido como pino cahuite es una especie que se distribuye desde el centro del país hasta Centroamérica, crece entre los 2200 y 3000 msnm, crece en temperaturas de entre 12°C-19°C, crece bien en condiciones frías, aguantando heladas y sombra, esta especie crece en suelos volcánicos, teniendo altos requerimientos de calcio (Munive, 2008). Tiene múltiples usos como:

- Reforestación en zonas urbanas y suburbanas
- Elaboración de muebles y en la construcción
- La resina se utiliza para la elaboración de diversos productos
- La madera es de buena calidad se utiliza para la elaboración de triplay, celulosa, papel, aserrío, etc.

***P. montezumae* Lamb**

P. montezumae conocido también como ocote, pino Montezuma, chalmaite blanco, es un árbol con una altura de 20 a 30 m, es una especie que se reporte en 17 estados de la republica extendiéndose hasta Guatemala, su temperatura media es de 22°C

Es la segunda especie más utilizada en los programas de reforestación y restauración de suelos degradados en los bosques templados de México principalmente en los estados de la zona centro y sureste, debido al valor de la madera que es empleada en la construcción y en la industria para la obtención de chapa, celulosa, papel, minas, durmientes, postes, muebles, duelas y resina 262 (Manzanilla-Quiñones et al., 2019).

Tiempo necesario para la germinación de las semillas 27 días. Número de semillas por kilogramo De 19,600 a 13,169.

***Pinus greggii* Engelm. ex Parl.**

Pinus greggii (palo prieto) es una especie endémica de México con gran importancia ecológica y económica. Este pino se distribuye en poblaciones aisladas a lo largo de la Sierra Madre Oriental, en zonas semiáridas y a veces semitropicales. Actualmente se reconocen dos variedades taxonómicas, *P. greggii* var. *greggii* que habita la porción norte del área de distribución de la especie, y *P. greggii* var. *australis* en el sur (Donahue y López-Upton, 1999).

La especie es uno de los componentes estructurales clave en las comunidades en las que crece, ya que es de las especies dominantes y en muchos de los casos es la única que representa al estrato arbóreo. Por lo tanto, en los ecosistemas forestales en que se desarrolla, diversas plantas herbáceas y arbustivas dependen del microambiente que genera este árbol. De igual manera se aprovecha para la obtención de madera para la industria del aserrío, y localmente en la obtención de postes para cerca y leña combustible. Por otro lado, esta especie tiene potencial para adaptarse a condiciones de poca humedad esto genera el uso de *P. greggii* en programas de reforestación para la recuperación de suelos degradados en diferentes partes de México y en programas de plantaciones comerciales en sitios marginales donde no se adaptan otras especies de *Pinus*, en México, es la cuarta especie de pino en términos de importancia en plantaciones del Programa Nacional de Reforestación, aparte de que en diversos sitios se utiliza como árbol navideño (López-Upton et al, 1999).

Las semillas de esta especie no germinan a menos de 5°C ni a más de 40°C, el intervalo de temperatura óptima para la germinación es de 20 a 30°C 3.1.1.3.3 Porcentaje de germinación obtenido aproximadamente del 72 al 86% en semilla recién colectada.

Tiempo necesario para la germinación de las semillas De 12 a 15 días. El número promedio de semillas llenas por cono es de 46 para la var. *greggii* y 74 para la var. *australis*; (López-Upton et al, 1999).

***Pinus cooperi* C.E. Blanco**

Esta especie tiene el sinónimo de *Pinus arizonica* var. *ornelasii* (Martínez) este habita en la porción norte del país, desde Durango hasta Chihuahua y Sonora, es común en las cercanías de Bocoyna y El Largo, en el estado de Chihuahua.

La madera de esta especie se utiliza para cajas de empaque, postes, triplay, durmientes, celulosa y leña (Meraz, G 1999).

Pinus pseudostrobus* Lindl. var *pseudostrobus

es también conocido como pino lacio. Es nativo de México, Guatemala, El Salvador y Honduras. Es buen productor de resina, es ampliamente explotada en los estados del centro y sur del país. La madera es de buena calidad se usa en aserrío, triplay, chapa, para cajas de empaque, molduras, en la construcción, en la fabricación de ventanas y muebles finos, artesanías, ebanistería y pulpa para papel. (Espinoza et al, 2009). Es una especie recomendable para plantaciones comerciales, también para su uso ornamental en campos deportivos y parques, debido a que su follaje semicolgante desprende un aroma agradable a resina.

Tiempo necesario para la germinación de las semillas De 12 a 16 días. En promedio producen 20 semillas desarrolladas por cono, (Espinoza et al, 2009).

6.-MATERIALES Y METODOS

Lotes de semillas

Se utilizarán lotes de semillas de cinco especies de pinos almacenados en el banco de germoplasma del Cenid Comef del INIFAP, durante diferentes períodos de tiempo y recolectadas en diferentes localidades y años (Cuadro 1):

Especie	Año de recolecta	Condiciones de almacenamiento
<i>Pinus greggii</i>	1988	Contenedores plásticos sellados herméticamente y almacenados en temperatura ambiente (15-18 °C)
<i>Pinus ayacahuite</i>	2011	
<i>Pinus montezumae</i>	1988	
<i>Pinus pseudostrobus</i>	2011	
<i>Pinus cooperi</i>	1993	

Tratamientos pregerminativos

De cada lote de semillas por especie se tomaron 200 semillas al azar, cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Los tratamientos consistieron:

Inmersión en agua durante 24 y 48 horas, e inmersión en peróxido de hidrógeno al 3% durante dos minutos, solos y en combinación; excepto para *Pinus ayacahuite*, se rompió la testa de las semillas con ayuda de una mini prensa dúctil, se obtuvo el endospermo intacto. Producto de la combinación de los tratamientos, se tuvieron cinco tratamientos con cuatro repeticiones (Figura 1).

T1-H₂O₂ 3% x 2 min

T2-H₂O 24 hrs

T3-H₂O 48 hrs

T4-H₂O₂+ H₂O 24 hrs

T5-H₂O₂+H₂O 48 hrs



Figura 1.- Semillas en diferentes tratamientos

Para la germinación, las semillas se colocaron en cajas de plástico humedecidas con Captan para controlar la presencia de hongos, una aplicación cada semana, y se colocaron en una germinadora a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figuras 2 y 3).



Figura 2 y 3.- Semillas establecidas en cajas húmedas y colocadas en la cámara germinadora

Diseño experimental y variables a evaluar

Los ensayos se establecerán bajo un diseño completamente al azar con dos factores de estudio. Se realizaron conteos diarios de germinación a partir de que se observó la emergencia de la radícula con una longitud de 5 mm (Figura 4). Las semillas de la especie *P. pseudostrobus* fueron las únicas que germinaron, posteriormente se preparó sustrato a base de Peat moss (60%), agrolita (20%) y vermiculita (20%) (Figuras 5 y 6).

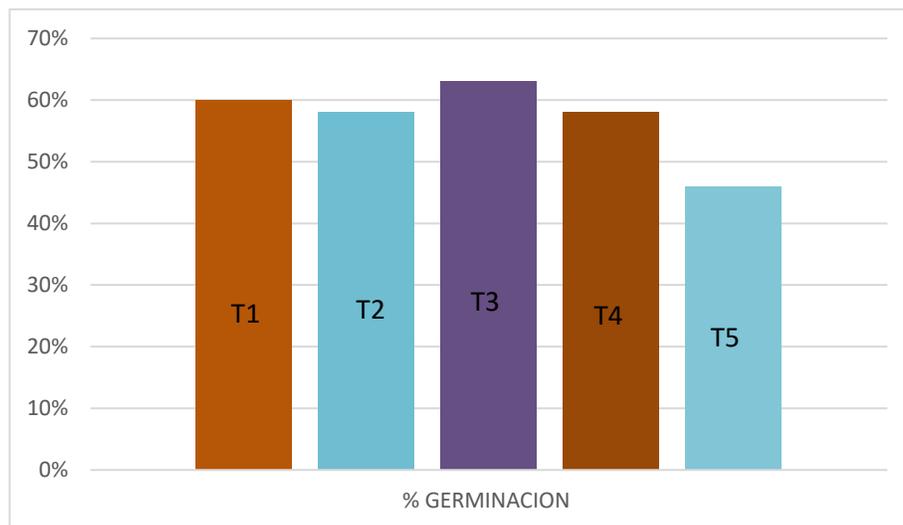


Figura 4, 5 y 6.- Proceso de elaboración de sustrato y establecimiento en invernadero

Posterior a la germinación, se realizó el trasplante a los contenedores y se tomaron tres variables morfológicas: altura del hipocótilo, longitud promedio de dos cotiledones y número de cotiledones. Los análisis consistieron en obtener las medidas de centralización con ayuda del paquete Microsoft office Excel y generar gráficos.

7.- RESULTADOS

De las cinco especies estudiadas sólo *Pinus pseudostrobus* germinó con diferente nivel de respuesta de los tratamientos probados. La germinación dio inicio a los diez días de colocados en la cámara germinadora con los tratamientos 3 (63 %) y 4 (58%) que corresponden a remojo en agua por 48 horas y remojo en agua por 24 horas previa desinfección con peróxido de hidrógeno, respectivamente. Mientras que aquellas semillas que se desinfectaron con H₂O₂ al 3% y remojo en H₂O durante 48 horas germinaron a partir del día 13 con un menor porcentaje de germinación (46 %), la germinación en todos los tratamientos terminó hasta el día 27 y (Figura 1).



Grafica 1.- Porcentajes de germinación de los distintos tratamientos de *P. pseudostrobus*

Se realizó el trasplante y evaluación de las plántulas a los 35 días de germinadas, cuando se encontraban en la fase conocida como “cerillo” con la finalidad de disminuir el riesgo de mortalidad de las plántulas. Al momento de la evaluación sólo sobrevivieron 36 plántulas a las que se tomaron datos de número de cotiledones, longitud de los cotiledones más largos (cm) y longitud del hipocótilo (mm).

De los datos se obtuvieron los parámetros que corresponden a las medidas de dispersión de la muestra. *P. pseudostrobus* tiene en promedio siete cotiledones, con un mínimo de seis y máximo ocho, con longitud promedio de 1.5 cm y longitud de hipocótilo de 1 a 2.3 cm. Este último es una característica de interés para la selección temprana de planta, ya que representa el vigor de la planta en cuando a crecimiento en altura (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de las características de plántulas de *Pinus pseudostrobus*.

Parámetro	No. de Cotiledones	Longitud de cotiledones (cm)	Longitud de hipocótilo (cm)
Media	7	1.57	1.57
Mediana	7	2.00	2.00
Moda	7	1.00	1.00
Máximo	8	2.35	2.30
Mínimo	6	1.05	1.00

8.-DISCUSIÓN

Los resultados nos indican que a través del tiempo las semillas de estas especies de pino pierden su viabilidad por diversos motivos. La única especie que germinó fue *P. pseudostrobus* recolectada en 2011, la ficha técnica indica que la viabilidad de las semillas es de 5 a 10 años (Catie, 1997) pudiendo constatar este dato. *P. ayacahuite* recolectada en el mismo año no germinó, esto nos puede indicar que el tiempo no es el principal factor pudiendo ser diferentes como la calidad de germoplasma del árbol, técnicas de almacenamiento, los distintos tratamientos para germinar, etc. De igual forma la ficha técnica de *P. pseudostrobus* dice que las semillas germinan de un 80 a 95 % cuando son recolectas anuales, mientras que en las semillas que fueron almacenadas por más de 10 años, solo se obtuvieron promedios de germinación entre 46 a 66 %.

Posteriormente cuando se estableció a plántula en el invernadero los datos obtenidos nos señalan que tuvieron un crecimiento homogéneo, tanto como el número de cotiledones como su longitud pasando lo mismo con la longitud del hipocótilo.

9.- CONCLUSIÓN

Puede concluirse que las semillas de estas especies de pinos pierden su viabilidad a través del tiempo, no obstante, este factor podría no ser el único, puesto que *P. ayacahuite* no germinó a pesar de ser una recolecta reciente. Es imperativo manejar las condiciones ideales para el almacenamiento de las semillas en el largo plazo, con contenidos de humedad determinados para semillas ortodoxas, contenedores herméticos y temperatura en el área de almacenamiento.

10.-CALENDARIO ACTIVIDADES

Año/mes/Actividades	2022				2023		
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Elaboración de protocolo	X X						
Selección de lotes de semillas	X X						
Definición de tratamientos	X X						
Establecimiento de ensayos de germinación		X X					
Evaluación de los ensayos			X X				
Análisis de los resultados				X X	X X		
Escritura de reporte						X X	
Presentación de informe							

11.- LITERATURA CONSULTADA

CATIE. 1997. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. *Pinus pseudostrobus* Lindl. No. 13. Turrialba, Costa Rica.

Colegio de Postgraduados. 2012 Notas del Curso de Mejoramiento Genético Forestal. 2010. Puebla, Puebla.

López-Upton. 1999. A new variety of *Pinus greggii* (Pinaceae) in Mexico. *Sida* 18(4): 1083-1093.

Espinoza Hernández, Martha; Márquez Ramírez, Juan; Alejandre Rosas, Jorge; Cruz Jiménez, Héctor (2009). «Estudio de Conos DE *Pinus pseudostrobus* Lindl. En un relicto de la localidad del Paso, Municipio de la Perla, Veracruz, México». *Foresta Veracruzana* 11 (1): 33-38.

FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma.

Galicia, L., L. Gómez-Mendoza and V. Magaña. 2015. Climate change impacts and adaptation strategies in temperate forests in Central Mexico: a participatory approach. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*

Galicia Sarmiento Leopoldo 19 diciembre 2013 "México pierde cada año 40mil hectáreas de bosques templados" Boletín UNAM Ciudad Univeritaria dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_757.html

Goldstein, A., H. Erickson, N. Gephart and S. Stevenson. 2011. Evaluation of land use policy and financial Mechanism that affect deforestation in Mexico. <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositoriodigital/files/original/388205ed5a67d798d8ce85b6dc4a0cb8.pdf>

Juan Manuel Torres Rojo 2020 FAO "Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020 Informe Nacional México" <https://www.fao.org/3/j2215s/j2215s00.htm#TopOfPage>

Silva Cardoza Adrián Israel 2017, Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales "MORFOLOGÍA DE CONOS Y SEMILLAS Y EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE ÁRBOLES DE *Pinus ayacahuite* VAR. *veitchii*"

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, con base en: Semarnat-Colegio de Postgraduados, Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/archivos/01_suelos/D3_SUELO03_02.pdf

Meraz, G. 1999. Análisis y Tratamientos Pregerminativos en Semillas de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis*. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. México

Munive Martínez, Elizabeth; Vázquez Cuecuecha, Oscar; Zamora-Campos, Eunise M.; Fernández Pedraza, Enrique; García Gallegos, Elizabeth VARIACIÓN DE CONOS Y SEMILLAS DE *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw DE DOS PROCEDENCIAS DEL ESTADO DE TLAXCALA Foresta Veracruzana, vol. 10, núm. 1, 2008, pp. 39-46 Recursos Genéticos Forestales Xalapa, México

Manzanilla Quiñones et al. Nicho ecológico de *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* en México *Acta Botanica Mexicana* 2019

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (23 de marzo de 2020) Importancia de los Ecosistemas Forestales; Especies de los bosques y selvas

<https://www.gob.mx/profepa/articulos/importancia-de-los-ecosistemas-forestales-especies-de-los-bosques-y-selvas?idiom=es#:~:text=La%20importancia%20de%20los%20bosques&text=Generan%20ox%C3%ADgeno.&text=Controlan%20la%20erosi%C3%B3n%2C%20as%C3%AD%20como,conservaci%C3%B3n%20y%20recuperaci%C3%B3n%20del%20suelo.&text=Coadyuvan%20en%20la%20captura%20de%20carbono%20y%20la%20asimilaci%C3%B3n%20de%20diversos%20contaminantes.&text=Protegen%20la%20biodiversidad%2C%20de%20los%20ecosistemas%20y%20las%20formas%20de%20vida.>