

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

SELECCION, PROPAGACION Y MANEJO EN UN VIVERO DE
Pinus attenuata (Lemmon)

TESIS

**Que como requisito parcial para
obtener el Título de**

BIOLOGA

Presenta:

Annouck Pereyra Valdivia

Ensenada, Baja California

Septiembre del 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

Ensenada, B.C. a 12 de septiembre de 2000

Annouck Pereyra Valdivia

Presente

Por este medio le comunico que después de haber leído detenidamente el trabajo que presenta como tesis de licenciatura bajo el título

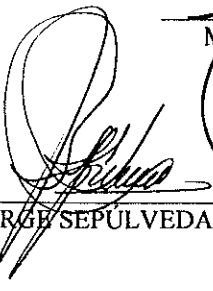
**“SELECCIÓN, PROPAGACIÓN Y MANEJO EN VIVERO DE *Pinus attenuata*
(Lemmon)”**

Considero que cumple con los requisitos para aprobar la parte escrita del examen profesional para obtener el grado de Biólogo.

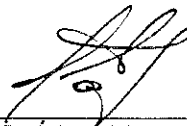
ATENTAMENTE



M.C. JOSE DE JESUS CASTELLÓN OLIVARES



M.C. JORGE SEPÚLVEDA BETANCOURT



M.C. MARTÍN ESCOTO RODRÍGUEZ

Agradecimientos y Dedicatoria

A Dios, primer motor y causa de todo lo existente.

A mi mamá, tía Panchita y mis abuelitos Josefina y Pedro (quepd) por apoyarme y quererme y ayudarme a tratar de ser una persona mejor.

A TODOS mis tíos y tías por todo el cariño y apoyo, en especial a mis tíos José Eliceche y Lina Valdivia., y a mis primos, en especial al Pancho. también a mi tía Carmen Contreras, y mis tíos René y Cuca Salcido.

Al Gordon, por el cariño, apoyo, y ayuda que nos ha dado. (y los chistes, compañía y charla amena)

A los Rioseco, en especial a Lorena (y familia) y por supuesto al Chapito por todo el apoyo y cariño.

Al Prof. José de Jesús Castellón, por su apoyo, confianza, y ánimo en momentos difíciles, y su valía como maestro ejemplar, así como el cariño aportado por él y su estimada familia.

Al maestro M.C. Jorge Sepúlveda Betancourt, por su ánimo, valor, y poder de decisión y coraje, así como su apoyo y confianza.

A Martín Escoto, por enseñarme como investigar, y darme la confianza y el apoyo para cuestionarme los porqués de la ciencia..

Al Inifap Campus experimental Ensenada, por su apoyo.

*Al Fabi, por su amistad y apoyo, deseando su pronta recuperación.
Al Beto, por su amistad y consejos.*

A mis queridos amigos biólogos Ilenia, Juan Carlos, Oscar, por su gran apoyo, alegría y buen humor, en mi trabajo de investigación.

A todos los chicos del grupo de noveno, por su gran apoyo y amistad en momentos difíciles.

A Alex y Miriam, por su amistad, su gran ayuda y por hacer la vida mas dulce y llevadera en la pesada labor rutinaria de mi trabajo.

A los maestros que me apoyaron en el transcurso de la carrera, y a quienes recuerdo con verdadero cariño y afecto, no tanto por la materia, sino por su amor a ella y el respeto y apoyo al alumnado: Prof. Castellón, Pedro Ruiz y Evarista de Ruiz, Olivia Tapia, Carlos Marquez, Ernesto Campos, Meredith Gould y J.L Estephano, y también Alanís.

A mis amigos de toda la vida en Mexicali, a quienes quiero tanto, y me han ayudado y mostrado su sincera amistad.

A todos mis amigos de años mozos con los cuales compartí risa, canto, juego y paseo, y confidencias, malos y buenos ratos: Salvador, Ramiro, Antonio Marrosu, Enrique Solórzano, Rocío, Brenda, Claudia Yesenia, Liliana, Lorena Monzón, Rosario, Claudia, Dagoberto, Reynaldo Molina, Antonio Mayoral, Durazo, y tantos otros a quienes quiero y lamentablemente no recuerdo.

A Silvia, dondequiera que esté.

A Marta Rojas y mamá, a Alejandro Limón (lima) y familia.

A mis amigos de la prepa y adolescencia, con quienes me divertí de lo lindo, y compartimos travesuras y vivencias, en especial, a la "tribu": Zoraida, Graciela, Angeles, Antonio Maines, Edgar, Esteban, Addis, así como también a Lilia, Rosa Arceo, Néstor, Luis Polanco (Lupo), Ivonne, Rubén Alejandro, y tantos otros amigos queridos.

A mis condiscípulos, amigos y compañeros de salón, en estos años difíciles de universidad: Lupita, Eva Luz, Rolando, Paty, Jorge, Gerardo, Raúl, así como a otros que tomaron caminos diferentes: Ana, Memo, Chava, Lupita Díaz, Roberto, Yuri, Esperanza y hermanas, etc.

A mis amigos y compañeros de generación: Cukis, Aracely, Gerardo y Paco, por su amistad, momentos alegres que pasamos, y por mostrarme el valor del estudio y la solidaridad.

A mis amigos de otros lares y otras escuelas, en estos años duros.

A todos mis amigos tan queridos y egresados: Chucho, Sergio, Rubén Darío, Ray, Memo, Rubén Bernal, Mario Moreno, Marcos, Arturo y Evelyn, Alexón y tantos otros que quedan muy presentes en mi memoria.

A Ana y Dino, por sus sabios consejos.

A Jorge Pacheco y Esperanza Ortiz, (e Ixchel) por su valiosa amistad, y su cariño y apoyo.

A Olga, Carlos, Beba, y el club de amigas de Olga: Rosalba, Alma Rocío, Chuyita, Eduardo, Laura, Gustavo, y demás amigos computólogos.

A las chicas del Restaurant "Señor Salud" (Sandra, Choco, Sofi) y a sus antiguos dueños Gina y Tati Detrell, por su apoyo en alimentarme bien como es debido, y su amistad.

A mis doctores, Roberto Alvidrez y Carlos Mathos, así como también al T. Carlos Romero, por devolverme la vida y salud.

Al personal de la clínica del S.S. Sauzal laborante en Noviembre de 1998, por salvarme la vida.

A mis amigos físicos, con los cuales pasé tan agradables y divertidos momentos, y cultivé amistades valiosas: Poncho, Juan Aranda, Laura, "Lauro" Daniel, Joel, Alex, Gladys, Marta, Julio, Verónica, Dan-el, Angel, "Billy" Joel, Laura, Irene y tantos, tantos otros.

A mi estimado Luis Mario (Piskunov) así como a Ricardo, y a César.

A la familia Escoffet (Lucrecia, "Pipe" y Celina) y a "Mona" Escoffet, por su amistad, apoyo y palabras de aliento.

A todos los amigos que he cultivado en Ensenada, quienes me han apoyado y ayudado a salir de dificultades, y que la falta de memoria me impide citar.

A Victor y Cecy, a Mary Cervantes. También a Johnny, a Irma.

A mis amigos de otros semestres que ya salieron y tienen un futuro prometedor por delante, en especial a Luis Larios, Diana, Isadora, Ismenia, Edgar, y otros que no recuerdo.

A mi querida amiga Marta Bravo, por su linda amistad, y su risa, alegría, sensatez y visión.

Al Memo y Lorena, y Ale Ramírez, por tantos favores y cafés fiados, y por su amistad.

A la Ada Osuna y Toño y fam.

Al Profe Chapa.

A los demás amigos de mi mamá que se me olvidaron.

Al Mario y la Vero. Al Hunay y Linda. A Gastón, Saeet y Celso.

A mi carnal Héctor Gómez, por su valiosísima amistad, cariño, apoyo fraternal, y tantos paros, así como a su estimada familia, por su generosidad y hospitalidad.

A tantos, tantos otros que no recuerdo.

Pero, sobretodo, a J.D. , a quien tanto le debo, y que sin su ayuda, nada de esto, incluyendo este libro, hubiese sido posible.

A la memoria de Balam y Armando (quepd)

Por demostrar el sacrificio y valor necesario

En combate.

Índice:

Resumen.....	Pág.10
Introducción.....	Pág.12
Antecedentes	Pág.14
Objetivos.....	Pág.27
Metodología.....	Pág.28
Resultados.....	Pág.34
Discusión de resultados.....	Pág.48
Conclusiones.....	Pág.51
Bibliografía.....	Pág. 53

Tablas y Figuras:

Figura 1. Vista de acceso al área donde se encuentra <i>Pinus attenuata</i>	Pág. 16
Figura 2. Población de <i>Pinus attenuata</i> en Sierra Ulloa en Baja California	Pág. 16
Figura 3. Ejemplar de <i>Pinus attenuata</i>	Pág. 17
Figura 4. Rama con acículas y conos de <i>P. attenuata</i>	Pág. 17
Figura 5. Rama de <i>P. attenuata</i> infestada por cáncer de pino (Pitch cranker)	Pág. 20
Figura 6. Alta densidad de población de <i>P. Attenuata</i> en Sierra Ulloa	Pág. 20
Figura 7. Etapas de apertura de conos de <i>P. attenuata</i> en escala relativa desde 1-5 donde 0=nula a 5=total	Pág. 32
Figura 8. Plántulas de <i>P. Attenuata</i> en tercera fase experimental	Pág. 32
Figura 9. Correlación entre peso y longitud de conos de <i>P. attenuata</i>	Pág. 35
Figura 10. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento De 50° C durante 12 horas de exposición	Pág. 39
Figura 11. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50°C durante 24 horas de exposición	Pág. 39
Figura 12. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50°C durante 36 horas de exposición	Pág. 40
Figura 13. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50°C durante 48 horas de exposición	Pág. 40
Tabla 1. Localización geográfica y características de árboles y conos seleccionados de <i>P.attenuata</i> en Sierra Ulloa	Pág. 34
Tabla 2. Relación entre longitud, peso y número de semillas por tamaño de cono	Pág. 36
Tabla 3. Efecto de tiempo de exposición a temperatura de 50°C sobre porcentaje de apertura de conos de <i>P.attenuata</i>	Pág. 38
Tabla 4. Número de semilla extraídas por edades de conos	Pág. 41

Tabla 5. Número de semilla extraídas por edades de conos	Pág. 42
Tabla 6. Análisis de varianza para número de semillas sobre tratamiento.....	Pág. 43
Tabla 7. Comparación de medias y nivel de significancia sobre número de semillas obtenidas.....	Pág. 43
Tabla 8. Cantidad de semillas totales obtenidas por método y edad de conos de <i>Pinus attenuata</i>	Pág. 44
Tabla 9. Concentración de resultados de tratamientos de exposición, estratificación y porcentajes de germinación de <i>P.attenuata</i>	Pág. 45
Tabla 10. Análisis de varianza para germinación de semillas por tratamientos de estratificación	Pág. 46
Tabla 11. Comparación de medias y nivel de significancia en respuesta de germinación de semillas por tratamientos de estratificación.....	Pág. 46

RESUMEN

Pinus attenuata es una especie que en la actualidad se encuentra amenazada debido a que sus poblaciones se han visto reducidas por diferentes factores de impacto ambiental negativo, sin que a la fecha exista suficiente información técnica que contribuya a que sus poblaciones naturales se conserven y que en el mejor de los casos se mantengan para las siguientes generaciones.

Con el propósito de generar información básica para la reproducción sexual de esta especie amenazada, fue realizado un estudio de campo durante 1996 a 1999 en la Sierra de Ulloa, B.C. en una población silvestre de *Pinus attenuata* y complementada en laboratorio y vivero en la Facultad de Ciencias UABC.

Entre las características evaluadas relacionadas con la selección de germoplasma con fines de propagación fueron: la identificación de árboles padre por sus caracteres sobresalientes como vigor, aspectos fitosanitarios y características de los conos. Otros parámetros relacionados con la propagación de la especie fueron: la evaluación de 2 métodos para la extracción de la semilla, donde se expuso a diferentes períodos de exposición a diferentes temperaturas y a fuego directo como testigo. Por otra parte; la semilla obtenida, fue expuesta a pretratamientos de humedad y baja temperatura para estimular la germinación y finalmente fueron realizadas pruebas de germinación para verificar la viabilidad de la misma.

Los resultados encontrados indican, que la colecta de germoplasma con fines de propagación y/o conservación debe centrarse en árboles vigorosos que no presenten efectos de competencia, que no presenten daño por perforadores y que se encuentren libres de enfermedades principalmente por cáncer. Los conos seleccionados, deben ser jóvenes de

color café-amarillento, superiores a una longitud de 13 cm. El mejor tratamiento para la extracción de semilla se encontró que fue en horno a una temperatura de 100 °C durante una hora de exposición. Finalmente, se encontró que es suficiente un pretratamiento con humedad y baja temperatura (5°C) durante una semana para estimular la germinación.

Se concluye que la selección con fines propagación masiva de esta especie y un programa intensivo de reforestación, combinado con un programa constante de saneamiento, control de la densidad y los factores de deterioro como el control de incendios forestales y el cambio de uso del suelo pueden influir a corto plazo en la conservación de esta especie.

Introducción

En Baja California en los últimos 11 años se reporta un total de 215, 000 ha afectadas por incendios forestales, destacando por su importancia los ocurridos en los años de 1985,1995 y 1996. Del total de la superficie afectada por los incendios, un 22% correspondió a vegetación arbolada (Sepúlveda y Zamudio,1997)

La región cuenta con una escasa cubierta de vegetación boscosa, la pérdida de ésta aunque sea a pequeña escala, incide en el bienestar de la población humana, al disminuir la capacidad de retención del agua de lluvia, y reducir el abastecimiento de los mantos acuíferos. Por otra parte, la reducción en densidad de especies arbóreas afecta a numerosas plantas y animales que dependen del bosque (Anaya, 1992; Eccardi y Becerra,1997; Miller, 1989; Platt, 1971), asimismo, se pierden valiosas áreas de recreo y descanso.

Una de las alternativas para detener este proceso de deterioro es la utilización de especies nativas para la reforestación de áreas impactadas (FAO *et al*, 1994; Castellón y Sepúlveda, 1996; Sepúlveda, 1996; Vovides, 1995). Entre las especies que se pueden utilizar destacan las forestales, principalmente de coníferas nativas ya que son importantes en la retención de minerales y nutrientes en el suelo, y en la disminución de los procesos de erosión, asimismo, proporcionan alimento, protección y sustrato a especies vegetales y animales (Miller,1989)①

Aunado a eso, proporciona zonas arboladas con fines recreativos (Platt,1971). El utilizar especies nativas y sobretudo las amenazadas, también ayuda en la

conservación *in situ* de poblaciones naturales que se han visto reducidas por varios factores, entre los que se encuentran el impacto de insectos y hongos (Díaz, 1996;③)

Pinus attenuata es una especie sujeta a protección especial (Diario oficial de la federación, 1994) con población relictas, que la hace candidata viable para ser propagada y utilizada en programas de reforestación.②

Antecedentes

Generales

P. attenuata en Baja California se encuentra en los alrededores del cerro Miracielo al norte de Ensenada, en la Sierra de Ulloa (figuras 1 y 2), entre las coordenadas 31°53'00" y 31°58'00" de latitud norte, y entre los 116°38'00" y 116°36'15" de longitud oeste, al norte de la ciudad y puerto de Ensenada (CONAGUA,1992). También se encuentra en el cañón del Carmen al oeste del Valle de Guadalupe; en el cerro Los Pinos al oeste de Ensenada y una población aislada en un cerro cercano a Santo Tomás (Minnich, 1987; Minnich y Franco-Vizcaíno, 1998).

La zona donde se encuentra *P. attenuata* tiene un clima mediterráneo con lluvia invernal y veranos secos. Las lluvias se presentan de diciembre a marzo, aunque en ciertos períodos particularmente húmedos pueden comenzar desde noviembre hasta abril (Walter,1994). En Baja California, en las partes montañosas, encontramos vegetación de coníferas en su parte alta, seguidos por diferentes especies de encinos y vegetación esclerófila en las partes bajas. Entre los generos y especies de coníferas que encontramos en nuestro estado están: *Pinus jeffrey*, *P.coulteri*, *P.lambertiana*, *P. contorta*, *P.monophylla*, *P.quadrifolia*, *P. attenuata* y *P. muricata*, así como *Abies*, *Cupresus*, *Calocedrus*, *Juniperus* (Rzedowski,1981; Wiggins,1980; Walter,1994).

Generalidades de *Pinus attenuata*

Pinus attenuata ocurre a ambos lados de la frontera México-Estado Unidos, encontrándose el núcleo principal de población en el estado fronterizo de California, en San Luis Obispo, llegando su rango de distribución hasta Oregon en la parte norte^②. El resto de la distribución del pino lo constituyen poblaciones relictas aisladas, bastante disminuidas (Schopmeyer, 1974).

Pinus attenuata pertenece a un grupo de pinos resistentes al clima seco y al calor, igual que la especie en peligro de extinción *Pinus muricata* (Diario Oficial, 1994; Sepúlveda, 1996). En Baja California encontramos un núcleo de población relictas de *P. attenuata* en el municipio de Ensenada, en la sierra de Ulloa (Sepúlveda, 1996); (Figuras 1 y 2).

La longevidad de *Pinus attenuata* es de aproximadamente 70 años (Schopmeyer, 1974; ②) y su aspecto tiene 3 formas biológicas: arbustiva, semiarbustiva y arbórea (Schopmeyer, 1974; ①②). Posee acículas en grupos de 3, y es relativamente pequeño (9-24 m) en comparación con otros pinos^② (figuras 3 y 4). Tiene un diámetro de tallo de 0.3-0.8 m. (Wiggins, 1980; ②) Las piñas del árbol poseen una forma característica elipsada, de ahí el nombre en inglés "Knobcone pine" (knob=perilla, botón; Figura 4). La característica más importante del pino es su adaptación a los incendios, debido al tipo de cono cerrado que posee (Figura 4), igual



Figura 1. Vista de acceso al área donde se encuentra Pinus attenuata.



Figura 2. Población de Pinos en Sierra Ulloa, B.C.

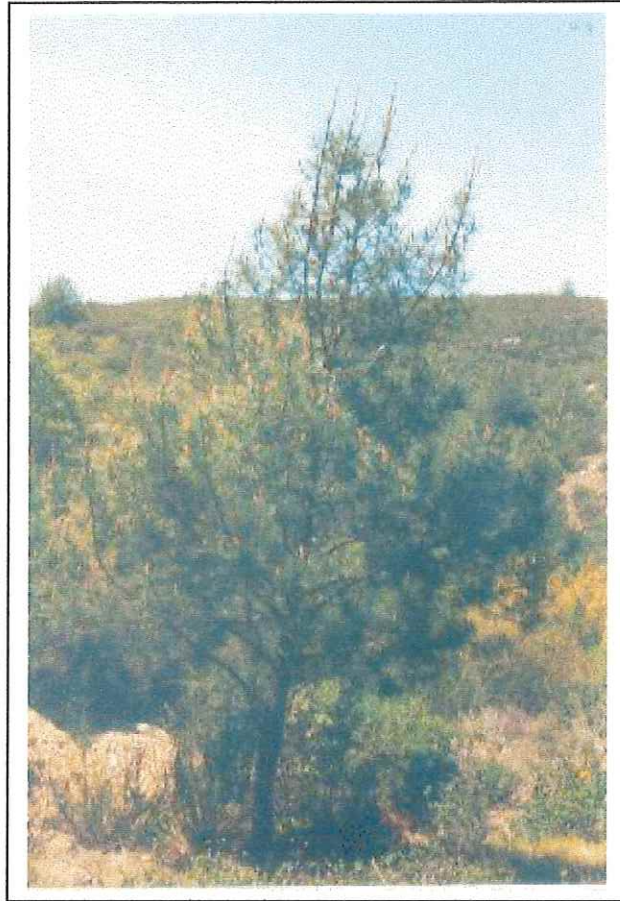


Figura 3. *Ejemplar de Pinus attenuata.*

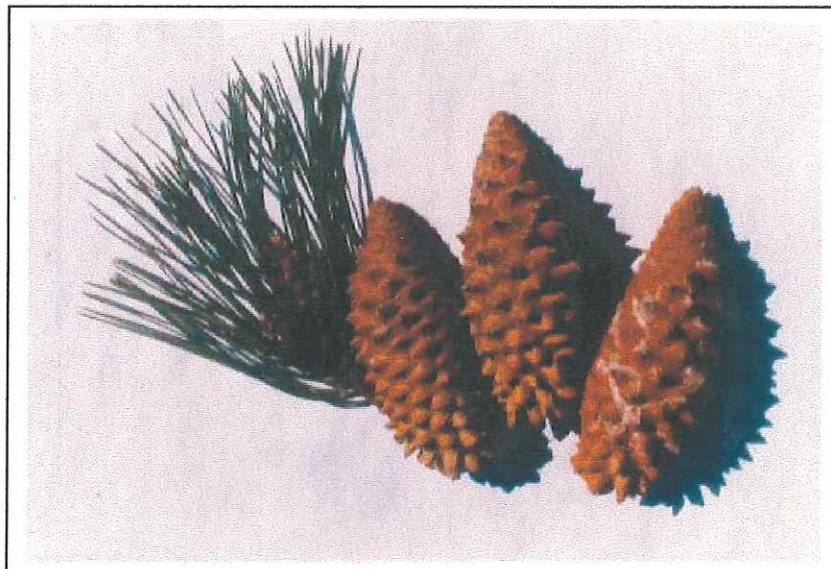


Figura 4. *Rama con acículas y conos de P. Attenuata.*

que otros pinos de su tipo, como *Pinus muricata*- (Sepúlveda, 1996). Estos conos están cubiertos con una capa de resina que sólo se derrite a muy altas temperaturas, originadas por el calor de los incendios, siendo entonces, una de sus principales características la adaptación a, condiciones de sequía, calor extremo, e incendios forestales (Shopmeyer, 1974; ①②).

Los conos se abren con el fuego y las semillas son capaces de sobrevivir por 3 años después de la apertura. Eventualmente son transportadas por el viento, debido a la presencia de una "ala" que posee la semilla como mecanismo de dispersión.①②

El árbol comienza su ciclo reproductivo relativamente joven, entre los 5 a 6 años comienza a producir conos ②.

En los últimos años, las poblaciones de *Pinus attenuata* se han visto deterioradas por varios factores que reducen su capacidad de propagación. El hecho que tenga un tamaño de población en descenso, entre otros factores, le otorga el status de planta sujeta a protección especial (Diario oficial, 1994)

Los listados de plantas raras se formaron con base en entrevistas/consultas a botánicos nacionales y extranjeros; sin embargo, la definición del grado de riesgo debe de ir acompañada de estudios poblacionales, semicuantitativos, y censos en campo, anotando las causas de la amenaza (Vovides, 1995).

Entre los principales factores que afectan el tamaño de las poblaciones de *P. attenuata*, encontramos:

Los pinos son sujetos a daño parcial y/o total (muerte del árbol) por diversos insectos, entre ellos algunos escarabajos y polillas de familias tales como *Gelechiidae*, *Tortricidae*, y de los géneros *Ips*, *Conophthorus*, *Coleotechnites* y *Cydia*, entre otros (Díaz, 1996)

Pinus attenuata se ve afectado por enfermedades causadas por hongos, destacando en esta especie la enfermedad conocida como cáncer de pino (Pitch cranker) causada por el hongo *Fusarium moniliforme f. sp. Subglutinans* © (figura 5), lo cual se acentúa en manchones de alta densidad de población (figura 6). También encontramos reducción de áreas arboladas de pinos de otras especies por cambio de uso de suelo para desarrollo urbano, actividades productivas como son la agricultura, y la ganadería intensiva (Sepúlveda, 1998).

Relación del fuego e incendios con los pinos

Se calcula que cuando menos el 80% de la vegetación de bosque de pinos se encuentra sometida a incendios periódicos que dejan sus huellas sobre la corteza de los troncos (Rzedowski, 1981).

El uso del fuego en bosques en años recientes ha sido reevaluado debido al alto porcentaje de incendios destructivos en Estados Unidos (Ffolliot et al, 1996). Estos



Figura 5. Rama de *P. attenuata* infestada por cáncer de pino (Pitch cranker).



Figura 6. Alta densidad de población de Pinus attenuata en Sierra Ulloa.

incendios, han sido debidos a la preservación del bosque inalterado, sin manejo adecuado, por más de cien años. (Mendoza,1993 Ffolliot, et al, 1996). El uso de incendios moderados, como se ha visto en el lado mexicano, de tipo controlado, ayuda a regular la cantidad de materia orgánica acumulable (combustible) en los mismos, a proporcionar suficiente espacio para que las plántulas se desarrollen en un ambiente de menor competencia y a evitar catástrofes mayores, que pueden afectar a los pobladores de éstas áreas rurales. El uso de sistemas de monitoreo vía satélite, junto con programas de simulación de incendios y de crecimiento de áreas verdes es preventivo y de mucha utilidad para sondear y regular el crecimiento y evolución de los bosques, siendo bastante útiles las experiencias estadounidenses en incendios (Ffolliot et al,1996). Se necesita volver a replantear, en especial a la mayoría de la población, las nuevas técnicas de manejo forestal (Mendoza,1993; Ffolliot et al,1996)

Aunque el fuego beneficia parcialmente la propagación de *P.attenuata* al facilitar la apertura del cono, un gran porcentaje de la población no resiste el impacto negativo del incendio. Se dice por ello, que en un bosque, la población es **coetánea** (del mismo tamaño) cuando esta crece uniformemente en un rango circular alrededor de pinos muertos (Platt,1971). El efecto inmediato del fuego es la muerte de pinos de todo tamaño, vaporiza la resina presente en los conos y promueve la apertura y dehiscencia de la semilla①.

Los conos abiertos por el fuego se quedan en árboles muertos, mientras que la semilla inicia la germinación en el invierno siguiente a las primeras lluvias primaverales, continuando así el proceso de establecimiento por varios años ①.

Debido a que la dispersión de semilla no es uniforme, se produce crecimiento en manchas densas, provocando alta densidad y competencia dentro de la población, lo que afecta la talla y el grosor del tallo que pueden alcanzar los pinos (Figura 6). Esto hace que sea mayor la susceptibilidad al daño que pueden causar los incendios, causando destrozos severos en la población (Sepúlveda, 1996).

La reforestación de áreas impactadas por incendios, implica la propagación convencional de los pinos, mediante la colecta de semilla viable, su germinación y establecimiento de viveros (Duryea, 1984) siendo éste, el método más común para reforestar áreas afectadas.

La conservación *in situ* de especies relictas como *P. attenuata*, puede lograrse mediante el estudio de sus poblaciones y definiendo la tecnología para su reproducción sexual; para posteriormente, reforestar áreas impactadas (Anaya, 1992; Tuxill et al., 1995)

Usos

Los usos potenciales detectados para este pino, son básicamente ornamental, como leña, (Shopmeyer,1974;①②) para árboles de navidad, así como para reforestar áreas verdes recreativas (restauración) (SARH,1978;SARH,1980).

Siembra y germinación en vivero

La necesidad de propagar plantas de diverso interés al hombre existe desde los orígenes de la humanidad. Los primeros viveros y plantaciones datan de tiempos inmemorables. El hombre en el transcurso de su evolución ha logrado el mejoramiento de métodos de propagación de plantas (Hartmann y Kester, 1997; Mendoza 1993; SARH, 1978;SARH, 1980)

En el diseño del vivero deben ser controlados varios parámetros ambientales para asegurar el éxito de la propagación, como son: luz, fotoperíodo, humedad, temperatura, nutrientes, etc. Asimismo, el diseño del lugar debe ser especialmente adecuado a las necesidades de las plántulas (Duryea, 1984 ;Hartmann y Kester, 1997). Los viveros fueron creados al paso del tiempo, para proteger plántulas y semillas del ataque de hongos, insectos y roedores que disminuyen la sobrevivencia de plántulas (Kozlowski,1971) siendo entonces el vivero, un lugar con condiciones controladas donde la semilla puede lograr su germinación y desarrollo temprano con altos índices de sobrevivencia (Duryea,1984; Hartmann y Kester, 1997). El material de los invernaderos es variado, desde vidrio hasta plástico y los sustratos utilizados para

la siembra pueden ser tierra, o materiales sintéticos como perlita, vermiculita o musgo seco, a los cuales le son agregados los nutrientes que la planta necesita (Hartmann y Kester, 1997)

La selección de la semilla es muy importante y depende de ciertas características especiales que el productor requiere. De preferencia, son deseadas plantas con características sobresalientes. Las plantas que se reproducen por semilla, aunque no son tan utilizadas debido a su variabilidad genética, son las mas recomendables para mantener la riqueza genética de las diversas poblaciones (Anaya, 1992; Castellón y Sepúlveda, 1996; Tuxill *et al*, 1995). También existen variados métodos de propagación vegetativa, destacando el cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales, de los que puede llegar a obtener organismos completos, con características deseadas (Bojvani y Razdan, 1983; Conger, 1981; Hartmann y Kester, 1980-1997; Hurtado y Merino, 1987; Kyte, 1983; Reilly y Washer, 1977; Thorpe, 1981)

Entre los diversos tipos de semillas, existe la clasificación de éstas con base en la cubierta de las mismas. *Endospérmicas*, con una cubierta (Endospermo o persispermo) que cubre la mayor cantidad de espacio protegiéndola; *Nonendospérmicas*, en las cuales el embrión es dominante, y *no Clasificadas*, como lo es la semilla de pino. Las semillas de los pinos se encuentran dentro de los conos y pueden ser éstos de 2 tipos: abiertos, los cuales abren una vez que madura la semilla, o cerrados, los cuales permanecen así mucho tiempo después de la maduración, como *Pinus attenuata* (Kozlowski, 1971; Shopmeyer, 1974).

La colección y selección de conos es crítica para obtener buena calidad de semilla. Esta colecta debe ser con base en el conocimiento del ciclo de vida, maduración y dispersión de la semilla de la especie en cuestión (Duryea, 1984).

Hay semillas que se deterioran a cierto tiempo de su maduración. Esto es debido a factores como deshidratación (Kozłowski, 1971). Otras, pueden permanecer intactas por tiempo indefinido, pues están en período de latencia. Muchas veces incluso al sembrarlas, en condiciones favorables, no responden y siguen en latencia, esto se conoce como **dormancia** (Hartmann y Kester, 1997). La dormancia puede ser una ventaja y una desventaja. Es indeseada, por ejemplo, en viveros. En otros casos, es una ventaja como cuando las plantas no germinan al responder a condiciones de poca agua, o un invierno muy frío (Kozłowski, 1971).

La dormancia de la semilla puede ser rota por varios tratamientos dirigidos a vencer las limitaciones impuestas por: 1) inhibidores; 2) permeabilidad de la cubierta de la semilla y 3) resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión. La eficacia de estos tratamientos varía según la especie y su grado de dormancia (Hartmann y Kester, 1997).

La dormancia de las semillas de pino dependiendo de la especie es variable y se logra abatir en viveros aplicando un tratamiento de estratificación a la semilla, que por lo general consiste en colocarla en un medio húmedo a baja temperatura (3°C) por un determinado período de tiempo, o puede agregársele un agente químico para estimular su germinación (Hartmann y Kester, 1997; Shopmeyer, 1974). La estratificación por lo general consta de 2 pasos: El primero es colocar a la semilla en

agua (imbibición) para tratar de romper esa dormancia. Dependiendo del tipo de la semilla, será su permanencia en el agua, por lo general basta con uno o dos días, a veces nada (Shopmeyer, 1974). El segundo paso, es la estratificación, que consiste en exponer a bajas temperaturas la semilla, variando el tiempo y temperatura según la especie, siendo algunas semillas más difíciles de germinar que otras (Hartmann y Kester 1997; Shopmeyer, 1974)

Antes de la siembra, la limpieza y asepsia es recomendable para evitar problemas de contaminación por patógenos. La evaluación de su viabilidad mediante una prueba de germinación. Otros métodos indirectos para checar ésta, son: sumergiendo las semillas en aceite o su reacción a algún otro compuesto, como ioduro de potasio (Duryea, 1984; Hartmann y Kester, 1997; Shopmeyer, 1974).

Objetivo

GENERAL: Generar información técnica relacionada con la propagación sexual de *Pinus attenuata*.

PARTICULARES:

1. - Definir los atributos fenotípicos del progenitor que inciden en la calidad de la semilla.
2. -Determinar el método más eficiente para la extracción de semillas.
3. -Determinar el tratamiento de estratificación más adecuado para la germinación de la semilla.

Metodología:

A fin de obtener información sobre el proceso tecnológico para la propagación sexual y el manejo en vivero de *Pinus attenuata* se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- 1.— *Identificación en campo de atributos fenotípicos de árboles padre ideales para selección.*
2. —*Colecta de germoplasma.*
- 3.—*Comparación de métodos para la extracción de semilla de conos (laboratorio)*
4. —*Comparación de tratamientos de temperatura en relación con porcentaje de germinación.*
5. —*Evaluación de viabilidad de semillas.*

1. -Selección de árboles padre

La selección de árboles padre se basó en la aplicación de criterios de selección como:

- Apariencia basada en vigor y sanidad.
- Altura (en m)
- Cobertura (valores en DAP = diámetro a la altura del pecho)
- Producción de conos basada en tamaño, edad y sanidad.

Se muestrearon pinos y se colectaron conos de pinos de diferente sanidad de manera aleatoria.

Los valores de sanidad de los pinos fueron tomando en escala de valores de 1 a 5,

donde 1 = pino sano

5 = pino totalmente enfermo.

Los tamaños de conos fueron tomados del rango estadístico y divididos en: chicos, medianos y grandes.

La longitud de los conos fue medida en cm y el peso en g.

Los conos jóvenes se reconocen por la coloración de café amarillenta a verde claro, y resina fresca. Los conos viejos poseen una coloración cenicienta, y un color café cremoso pálido a chocolatoso (Sepúlveda, observación personal).

2. - Colecta de germoplasma.

Se utilizó el formato de colecta del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (Hawkes, 1980) donde se especifica con relación a las características de la especie, el tamaño y número de muestras a coleccionar.

Para obtener la ubicación de los ejemplares en varios sitios se utilizó un geoposicionador (GPS).

3. -Comparación de métodos para la extracción de semilla de conos.

Para la extracción de la semilla se sometieron los conos a 5 diferentes tratamientos de calor en horno de gas marca Equatherm y un tratamiento de fuego directo con paja quemada como testigo, utilizando como unidad experimental 4 conos y efectuando el análisis estadístico mediante un diseño experimental de bloques al azar.

Tratamiento a):

Se sometieron los conos de 3 tamaños (Chicos, medianos y grandes) y 2 tipos de edad (jóvenes y viejos) a una temperatura constante de 50°C siendo 4 los tratamientos:

- 1) Exposición durante 12 hr. ;
- 2) 24 horas;
- 3) 36 hr. y
- 4) 48 hr.

Cada tratamiento de temperatura se integró de un total de 12 conos jóvenes y de 12 conos viejos, dentro de los cuales 4 fueron chicos, 4 medianos y 4 grandes. Cada cono fue colocado en una bolsa de papel para facilitar el conteo de las semillas. El tratamiento de temperatura fue aplicado en una incubadora equatherm modelo 3751/61AR.

Tratamiento b):

Se tomaron 10 conos jóvenes y 10 conos viejos, y se colocaron a temperatura de 100°C por el tiempo necesario para abrir los conos.

Tratamiento c): Testigo

Se colocaron otros 10 conos jóvenes y 10 conos viejos en una cama de paja de maíz de 20 cm de espesor, bajo fuego directo.

Los parámetros de evaluación fueron:

1.) Número de conos abiertos

Para la apertura de conos, (figura 7) en el tratamiento "a" se definieron valores de 0 a 5, donde:

0=ninguna apertura

1=apertura leve

2=apertura moderada

3=apertura mediana

4=apertura casi completa

5=apertura completa del cono.

2.) Número de semillas por cono

3.) Evaluación de tiempo de estratificación sobre la germinación de la semilla.

4. -Comparación de tratamientos de temperatura en relación con porcentaje de germinación.

Para conocer el pretratamiento óptimo para la estratificación de semillas se realizó el siguiente experimento: se aplicaron 3 tratamientos con un tiempo constante de imbibición de 48 horas y variantes en el tiempo de exposición al frío; desde 1 a 3 semanas. La unidad experimental consistió de 50 semillas y los parámetros de evaluación fueron: porcentaje de germinación y de semillas contaminadas en un diseño experimental en bloques al azar (Figura 8).



Figura 7. Etapas de apertura de conos de *P.attenuata* en escala relativa desde 0=nula apertura, hasta 5=total apertura.



Figura 8. Plántulas germinadas de *P.attenuata* en la tercera fase experimental.

Tratamiento	Descripción
1.	Remojo + frío (4°C) por: 1 semana
2.	Remojo + frío (4°C) por: 2 semanas
3.	Remojo + frío (4°C) por: 3 semanas

5. - Evaluación de viabilidad de semillas.

Fueron realizadas pruebas de germinación en una cámara de crecimiento con temperatura constante de 25°C y un foto período de 16 horas luz y 8 de obscuridad. El parámetro evaluado fue porcentaje de germinación, existiendo para cada tratamiento de estratificación una serie de 3 tipos diferentes de semillas de cada tratamiento de exposición al calor, cada tratamiento de los cuales se subdividió en tipos de edades de conos, siendo en total 6 tipos de semillas diferentes, de acuerdo a la edad del cono y el número de semanas transcurridas.

Resultados:

1. - Selección de árboles padre:

En la tabla 1 se presentan datos sobre la localización geográfica y características de los árboles y conos seleccionados en los sitios de muestreo.

Tabla 1. Localización geográfica y características de árboles y conos seleccionados de *P. Attenuata* en la Sierra de Ulloa, B.C.

SITIO	LOCALIZACIÓN UTM		ARBOL	ALTURA	DAP*	SANIDAD**	MUESTRA
	X	Y		(m)	(cm)		
1	537645	3533908	1	8	30	1	10v 10j
"	" "	" "	2	7.50	27	3	10v 10j
"	" "	" "	3	8	50	1	10v 10j
"	" "	" "	4	15	91	2	10v 10j
"	" "	" "	5	7.50	51	3	10v 10j
2	537426	3534740	6	6	32	2	10v 10j
"	" "	" "	7	5.50	29	1	10v 10j
3	538023	3534686	8	5	34	1	10v 10j
"	" "	" "	9	5	73	1	10v 10j
4	537350	3534076	10	5	44	1	10v 10j

*DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO

V = CONO VIEJO J = CONO JOVEN

** EN ESCALA RELATIVA DONDE: 1 = ÁRBOL SANO 5 = ÁRBOL TOTALMENTE ENFERMO

Los lugares en donde se efectuó el muestreo correspondieron a sitios con una fisiografía de cañada en donde son importantes los escurrimientos de agua y la erosión natural en el suelo. Fuera de estas características micro ambientales no se observaron poblaciones de *Pinus attenuata* en suelos planos o con pendientes pronunciadas.

El tamaño óptimo para la colecta de conos para propagación sexual, corresponde a árboles con altura entre los 6 y 8 m; árboles con menor altura (5 m) aun cuando

presentan formación de conos, se encuentran muy cercanos al inicio de su reproducción sexual, mientras que árboles muy altos (15 m) fueron muy poco frecuentes.

Se observó también que los árboles más pequeños (5 m) presentaron mejor sanidad que los árboles medianos y grandes. Este parámetro al parecer se relaciona con la densidad de población, ya que al tener densidades grandes, se presentó mayor competencia, menor vigor, y más facilidad para la propagación de enfermedades por presentarse mayor contacto y humedad ambiental.

Relación entre longitud y peso de conos

Se encontró que existe una relación lineal positiva ($p < 0.05$) entre la longitud y peso de conos, como así lo indicó el análisis de correlación (figura 9).

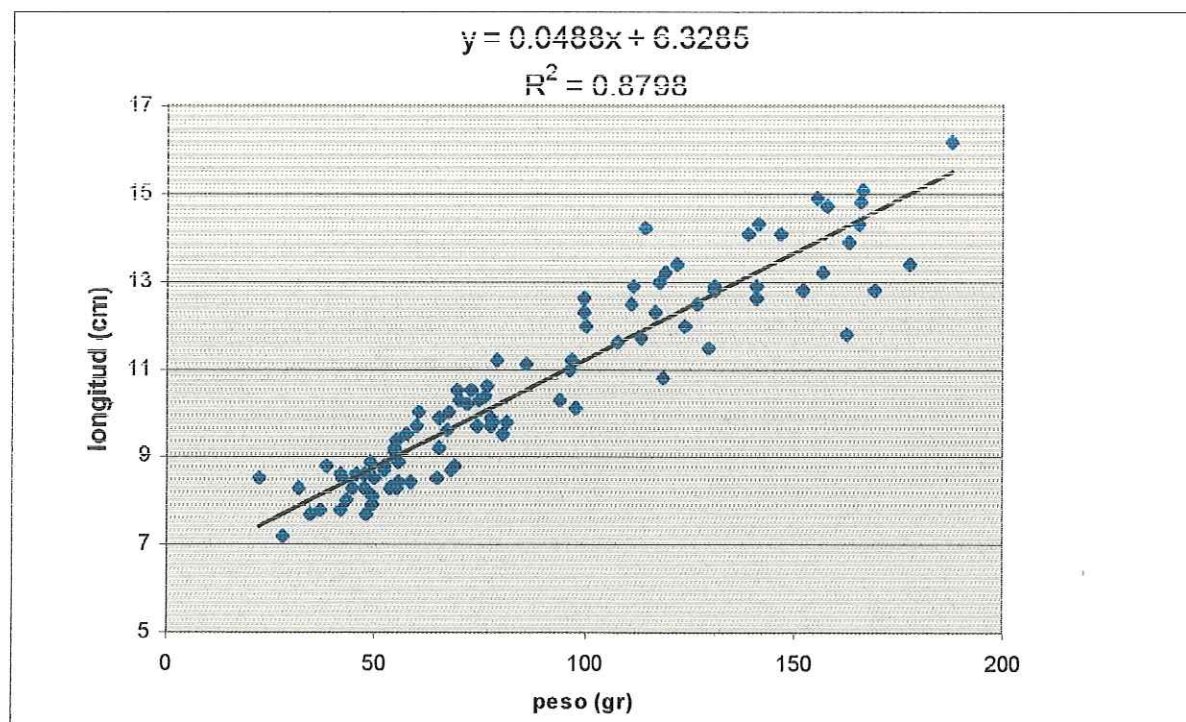


Figura 9. Correlación entre peso y longitud de conos de *P. attenuata*.

También se observa que el coeficiente de determinación es de .8798, lo que nos indica que el peso y talla están directamente relacionados, y sólo un pequeño número de datos pudiese ser atribuidos a otros factores.

Longitud de conos con relación a número de semillas

El rango de la longitud de conos fue de 9 cm. Se clasificaron los conos en clases de 3 cm quedando por lo tanto 3 clases. Correspondiendo a los conos chicos longitudes entre 7.2 a 10.2 cm, los conos medianos de 10.3 a 13.2 cm y los conos grandes de 13.3 a 16.2 cm (Tabla 2).

A partir de una muestra aleatoria de 95 conos tomada de diez árboles, se encontró que los conos chicos constituyeron el 50% de la muestra, los conos medianos representaron el 36% y los conos grandes solo integraron un 14%.

Tabla 2. Longitud, peso y número de semillas por tamaño de cono.

Tamaño de cono	Longitud (cm) *	Peso (g) *	Número de semillas **
Chicos (de 7.2 a 10.2)	8.86	55.76	28
Medianos (de 10.3 a 13.2)	11.77	110.82	33.25
Grandes (de 13.3 a 16.2)	14.41	154.07	66.83

* Promedios.

** Cantidades.

En la tabla 2 se observa que de una clase a otra los incrementos en peso fueron de 50 g en promedio, y respecto al número de semillas observamos diferencias entre **chicos a**

medianos: 16.1%; **chicos a grandes:** 58%; y de **medianos a grandes:** 50%, con lo que se infiere que entre conos chicos y medianos no hay diferencias marcadas entre cantidad de semilla encontrada, a diferencia de los conos grandes donde la diferencia es el doble.

Colecta de germoplasma:

Se encontró que el procedimiento para efectuar la colecta de germoplasma debe de considerar:

- Seleccionar conos grandes que son los que presentan un mayor peso. se encontró una relación directa y significativa entre longitud y peso (Ver grafica 1)
- La selección de conos debe ser entre 13.3 a 16.2 cm de longitud ya que presentan la ventaja de obtener mas del doble de semillas respecto a conos chicos.
- Los conos selectos deben de estar libres de perforaciones originadas por insectos, y deben de provenir de árboles sanos y vigorosos.
- Los conos seleccionados deben ser jóvenes; es decir, de reciente formación. Como mejor indicador se tiene el color café amarillento-verdoso, mientras que los conos viejos presentan color café cenizo. Esto es con la finalidad de reducir el riesgo de obtener semilla con bajos porcentajes de viabilidad.

2. – Comparación de métodos para la extracción de semilla de conos:

Método a)

Tratamiento 1)

En general se encontró que el tratamiento de 50°C mostró resultados muy bajos a menor tiempo de exposición respecto a la apertura de los conos. La tendencia es que a mayor tiempo de exposición hubo mayor apertura, no siendo positiva la apertura con el tratamiento de 12 horas (tabla 3 y figura 10).

Con exposiciones de 24 y 36 horas se presentaron inconsistencias en los resultados, ya que a 24 horas se registró el 4.2 % de conos con apertura casi total, y ningún cono con apertura total, a diferencia del tratamiento de 36 horas, que 12.5% mostró apertura casi total, más el 4.2 % mostró apertura total, resultando que del 16.7 % de conos permitía extraerse la semilla. Finalmente el mejor tratamiento que fue el de 48 horas mostró un 50.6 % de conos aportadores de semilla (figuras 10-13).

Tabla 3. Efecto de tiempo de exposición a una temperatura de 50°C sobre el porcentaje de apertura de conos de *P. attenuata*.

-> Porcentaje de apertura de conos-<

Tiempo de exposición (hrs.)	Ninguna	Leve	Moderada	mediana	Alta	Muy alta
12	87.5	12.5	-	-	-	-
24	41.7	12.5	16.7	25	4.2	-
36	62.5	12.5	4.2	4.2	12.5	4.2
48	20.8	4.2	4.2	20.8	29.8	20.8

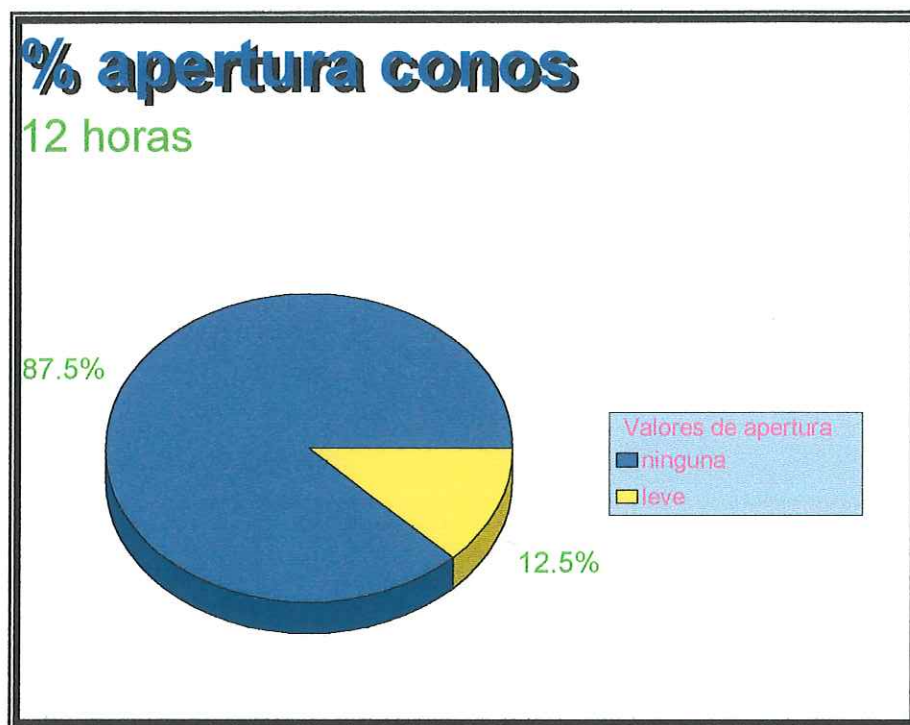


Figura 10. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50° durante 12 horas de exposición.

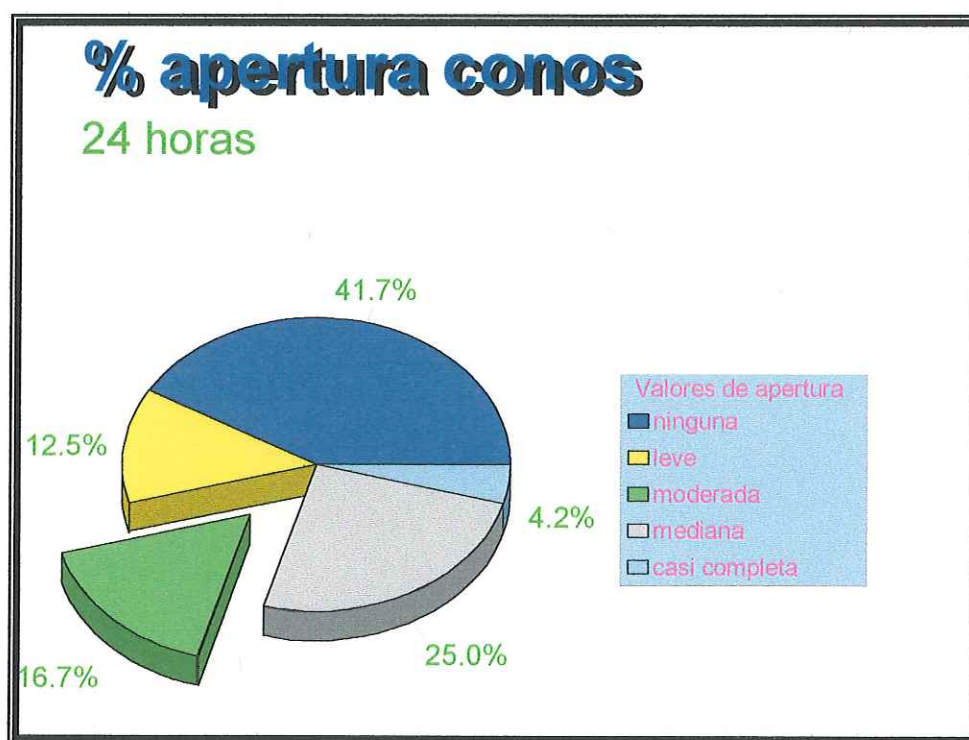


Figura 11. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50°C durante 24 horas de exposición.

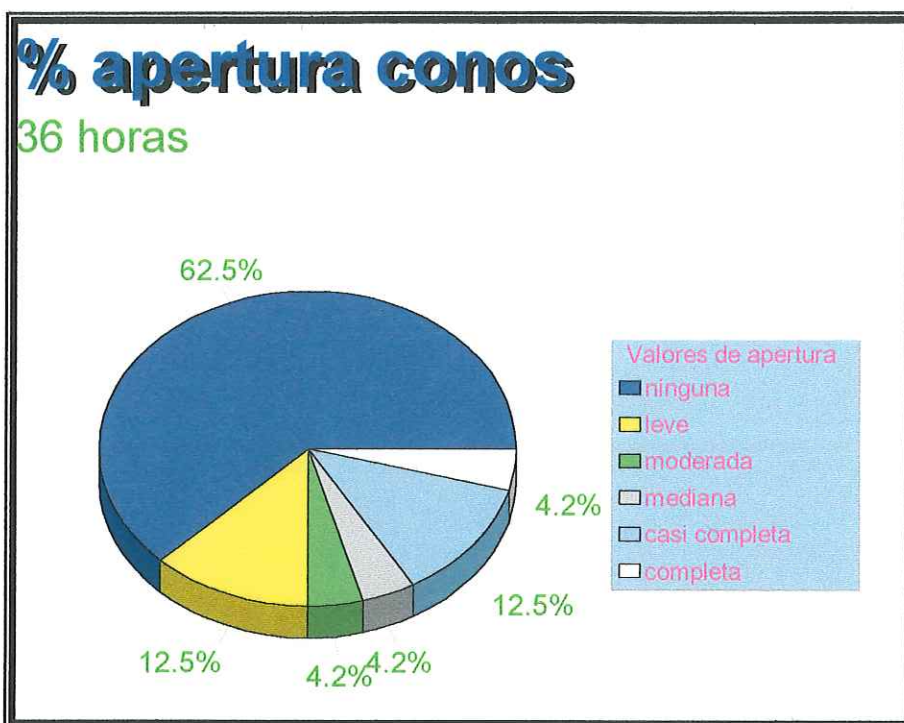


Figura 12. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50°C durante 36 horas de exposición.

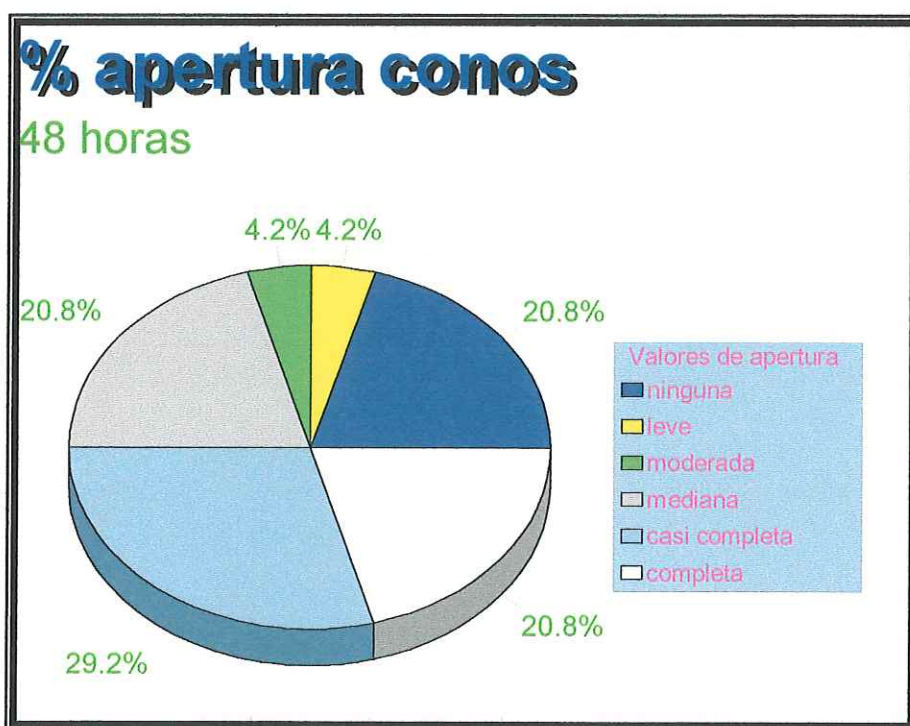


Figura 13. Porcentajes de apertura de conos con el tratamiento de 50°C durante 48 horas de exposición.

En las figuras 10,11,12, y 13 se muestra que la apertura tiene valores que van del 0 a 2, que son de nula apertura a apertura moderada. Cabe aclarar que a los conos con valores de apertura de 4 a 5 (apertura casi total y total) fueron los únicos conos a los cuales fue posible extraerles semillas.

En las figuras anteriores se observa que los tratamientos de 50°C a 12,24, y 36 horas de exposición fueron insuficientes para lograr la apertura completa del cono. Sólo se logró una apertura leve a moderada dificultándose considerablemente la extracción de la semilla (figura 8).

Únicamente con la exposición a 48 horas a 50°C se logró que el 20% de los conos abrieran totalmente. En estos casos no se presentó ningún problema para extraer la semilla mientras que en el 20.8% con apertura casi total se dificultó la extracción de semilla. Esto indica que esta temperatura y tiempo de exposición resultan todavía insuficientes para obtener la semilla.

Método b).

Los resultados demostraron que el tratamiento de exponer a los conos por solamente una hora a 100 °C fue el más eficiente y rápido. Todos los conos, jóvenes y viejos se abrieron totalmente y se pudo extraer la totalidad de las semillas, sin daños aparentes al embrión(Tabla 4).

Los conos jóvenes presentaron en promedio un 12.51% más de semillas que los conos viejos.

Tabla 4. Número de semilla extraídas por edades de conos

Tratamiento	Cono joven	% Cj	Cono viejo	%Cv	Total	Media
b) 100°C/1hr	872*	56.25	678*	43.75	1550	775

%Cj = porcentajes de cono joven

%Cv = porcentajes de cono viejo

* numero de semillas

En este tratamiento en particular, todos los conos se abrieron, y fue posible extraerles semillas.

Método c): (testigo)

El tratamiento de fuego con paja, fue eficiente para la apertura de conos jóvenes y viejos; sin embargo, se presentaron daños por carbonizado de conos y de semillas. Aproximadamente un 15 % de la totalidad de las semillas resultaron dañadas por esta causa. En este tratamiento también se abrieron todos los conos (Tabla 5).

Tabla 5. Número de semilla extraídas mediante el tratamiento de fuego directo e influencia de la edad de los conos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Cono joven</i>	<i>%</i>	<i>Cono viejo</i>	<i>%</i>	<i>Total</i>	<i>Media</i>
c) fuego directo	645	48.61	682	51.39	1327	663.5

Rendimiento total de semilla por método:

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los métodos utilizados para la apertura de conos con relación a la extracción de número de semillas, estos resultados se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis de varianza para la característica de número de semillas por tratamiento después de la apertura de conos de *P. attenuata*.

C.V. 24.56 %					
FV	GL	S.C	CM	F	P>F
Tratamientos	2	22004.1679	11002.0839	34.75	0.000
Error	9	2848.7500	316.5277		
Total	11	24852.9179			

La aplicación de la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) mostró que con el método b) se obtuvo un mayor número de semillas producto de una mejor y más uniforme apertura de los conos, mientras que los métodos a) y c) el valor de las medias fue menor y no mostraron diferencias entre sí (tabla 7).

Tabla 7. Comparación de medias y nivel de significancia sobre el número de semillas obtenidas después de la aplicación de tratamientos de apertura de conos.

DMS 28.45 (P<0.05)	
TRATAMIENTO	MEDIA
b) (100 ° C/ 1 hr)	132 a
c) (fuego directo)	52 b
a) (50°C/48 hr)*	33 b

*Los tratamientos con tiempo de exposición de 12, 24 y 36 hr no fueron considerados para el análisis de varianza debido a que no presentaron apertura y exposición de semilla.

Número de semillas por métodos y edades de conos:

Los resultados resumidos del número de semillas obtenidas comparando los diferentes métodos de extracción considerando edades de conos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Cantidad de semillas totales obtenidas por método y edad de conos de *Pinus attenuata*.

Método	Conos jóvenes	Conos viejos	Total de semillas*	$\bar{X}$
A) 50°C a 48 hrs	330	344	674	337
B) 100°C a 1 hr	872	678	1550	775
C) Fuego directo	645	682	1327	663.5
Totales	1847	1704	3551	1775.5

*Se consideraron sólo los conos a los cuales fue posible extraerles semilla, parcial o totalmente abiertos mediante este tratamiento.

Como se puede apreciar en la tabla 8 en el método "b" se obtuvo la mayor cantidad de semilla. En el método "c" aunque también se consiguió la total apertura de conos, sin embargo, parte de sus semillas quedaron dañadas (carbonizadas) debido al calor excesivo, por lo que su número es ligeramente menor al método "b". Asimismo, en "b" se puede apreciar en términos generales que hubo mayor cantidad de semilla en los conos jóvenes.

En el método "a" no se obtuvo toda la semilla de los conos debido a que no todos se abrieron a plenitud. Esto puede deberse a que el calor del horno no se diseminaba homogéneamente debido a las bolsitas de papel, además de que la temperatura fue insuficiente para derretir la resina y ocasionar su apertura.

3. - Evaluación de tiempos de estratificación sobre la germinación de semillas.

El análisis de varianza de los datos mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) ocasionadas por el tiempo de exposición en frío de la semilla a bajas temperaturas (tabla 10). Se encontró que los mejores tratamientos para la estimulación de la germinación fueron el de exposición durante una a dos semanas ya que bajo la prueba estadística de diferencias mínimas significativas mostraron el mismo nivel de significancia (tabla 11).

Tabla 9. Concentración de resultados de tratamientos de exposición, estratificación y porcentajes de germinación de *Pinus attenuata*.

Trat.	Tiempo (horas)	T (en °C)	Sem. De estratíf.	C/Jóvenes	C/Viejos	Suma	Totales
				% parcial	% parcial		% germ.
A	12	50	1	71.0	50.0	73	60.8
	24	50	2	53.3	48.3	61	50.8
	36	50	3	78.3	70.0	89	74.1
	48	50		67.5	56.1		61.9
B	1 hora	100	1	58.3	80.0	83	69.1
			2	56.6	10.0	40	33.3
			3	86.6	91.6	107	89.1
				67.1	60.5		63.8
C	0.13 hrs.	>100°C Fuego directo con paja	1	70.0	18.3	53	44.1
			2	25.0	21.6	28	23.3
			3	68.3	28.3	58	48.3
				54.4	22.8		38.5

Tabla 10. Análisis de varianza para la característica "germinación de semilla" bajo tratamientos de tiempos de estratificación en *P. attenuata*.

C.V. 41.60 %					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>S.C</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	2	1385.44	692.7226	4.019	0.039
Error	15	2585.00	172.333		
Total	17	3970.44			

Tabla 11. Comparación de medias y nivel de significancia en la respuesta de germinación de semilla de *P. attenuata* a los tratamientos de estratificación.

DMS 16.15 (P<0.05)

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>MEDIA</i>
A (50°C por 48 horas) x 3 sem	37.16 a
B (100°C por 1 hora) x 3 sem	38.33 a
C (fuego directo) x 3 sem	19.16 b

Como se observa en el cuadro anterior, los tratamientos "a" y "b" fueron los mejores para estimular la germinación de semilla, no presentándose diferencias estadísticas entre sí; estos superaron prácticamente en un 100% respecto al tratamiento de fuego directo.

A fin de explorar las causas que pudieran estar incidiendo en la reducción de la germinación de las semillas, se evaluó el porcentaje de germinación respecto a la incidencia de contaminación y se encontró que en conos jóvenes y viejos con una y dos semanas de exposición a humedad y frío el porcentaje de contaminación fue relativamente bajo (4%); sin embargo, a la tercer semana se registró un incremento notable en la contaminación (17%).

Un análisis más detallado en este último tratamiento demostró qué:

-Los conos jóvenes presentaron 24.2% de contaminación y los conos viejos solamente un 7%. Lo anterior puede deberse a que la semilla joven presenta mayor contenido de humedad y es más susceptible al ataque de hongos.

En términos generales, la tendencia mostrada por la contaminación de semilla estuvo inversamente relacionada con la germinación de los tratamientos, debido a que a mayor permanencia en el frío pudo debilitar a las semillas maltratadas por el fuego (tratamiento "c" : testigo en fuego directo) y/o propiciar mayor humedad y contaminación.

Con relación al pretratamiento y germinación de semillas, podemos observar que en el tratamiento a) de 48 horas a 50°C, y el tratamiento b) a 1 hora a 100°C, (Colores rosas en tabla 9) fueron en general en los cuales se extrajo la mayor cantidad de semilla, siendo esta semilla a la vez la que tuvo mayor porcentaje positivo de respuesta al pretratamiento, teniendo los mayores porcentajes de germinación.

Discusión:

✱El hecho que se encuentren los pinos estudiados en lugares como cañadas con escurrimiento de agua y erosión puede haber sido originado debido a que las corrientes de agua arrastraran los conos y distribuyeran la semilla por el cauce, presentándose así el establecimiento de plantas de pino por disponer de una mayor cantidad de agua en el suelo.

✱El tamaño óptimo para la colecta de conos para propagación sexual, corresponde a árboles con altura entre los 6 y 8 m; árboles con menor altura (5 m) aun cuando presentan formación de conos, se encuentran muy cercanos al inicio de su reproducción sexual, mientras que árboles muy altos (15 m) fueron muy poco frecuentes, lo que puede indicar que son muy viejos, o que tienen una condición microambiental muy buena, o bien que representan árboles que escaparon de ser quemados por incendios.

✱Las características fenotípicas de los árboles adecuados para la colecta de germoplasma, se encuentran definidas por aquellos individuos que no presentan efectos de competencia por espacio, esta condición les confiere un mayor desarrollo en cuanto a altura, cobertura y diámetro basal (vigor). Otra característica importante en que se basó la selección fue la sanidad. Esto es la ausencia de la enfermedad cáncer de pino en el tallo (figura 5) ocasionado por el hongo *Fusarium moniliforme* ③ manifestado por la presencia de tumores en ramas primarias y secundarias, seguido por el amarillamiento de las puntas terminales del follaje. La observancia de esta medida fitosanitaria es de particular importancia ya que la transmisión de esta enfermedad puede ser a través de la semilla o por contacto físico en poblaciones muy densas.

✱En el proceso de colecta es muy importante seleccionar conos con longitudes superiores a los 13.0 cm ya que nuestros resultados muestran que se dispondrá de una mayor cantidad y calidad de semilla. Los conos deben ser preferentemente jóvenes lo que se reconoce por la coloración café amarillenta, y resina fresca. Por otra parte, los conos **NO** deben presentar daño por perforadores, como los identificados en un estudio previo (Díaz, 1996), siendo los daños de mayor importancia originados por los géneros *Ips*, *Conophthorus*, *Coleotechnites* y *Cydia* .

✱Aún cuando en forma natural los incendios forestales favorecen la propagación de poblaciones coetáneas en especies serotonias (Platt, 1971) entre los que se encuentra *P. attenuata*, el costo de este efecto es alto desde el punto de vista ecológico, ya que incendios frecuentes impactan negativamente a toda la población (Sepúlveda, 1996) y además no existe garantía de que las semillas expulsadas produzcan plántulas debido a la impredecibilidad de las condiciones ambientales aunada a la depredación por fauna asociada. De lo anterior, se deriva la importancia de generar en este estudio información básica aunado con la propagación convencional (Duryea, 1984)

✱Entre los métodos evaluados para la apertura de conos se encontró que el más eficiente fue la exposición a una temperatura de 100°C durante una hora. Esta información representa una aportación práctica, económica y confiable para la obtención de germoplasma viable para ser utilizado en programas de conservación y/o restauración ecológica. En este tratamiento los conos jóvenes presentaron en promedio un 12.51% más de semillas que los conos viejos. Esto se puede atribuir a que la resina de conos jóvenes fácilmente se pudo derretir, permitiendo así la apertura del cono, comparada con los conos viejos con alto grado de deshidratación y resina vieja.

✱El tratamiento de fuego directo (testigo) puede ser un método alternativo para la extracción de semilla cuando no se disponga de horno; pero éste, disminuye la viabilidad de la semilla por el posible daño causado por las altas temperaturas generadas por el fuego directo.

* Se realizaron pruebas preliminares de germinación de la semilla inmediatamente después de la extracción, y los resultados encontrados fueron negativos. Esto puede ser una indicación de la presencia de dormancia en *P.attenuata*. Esto coincide con lo señalado por el programa norteamericano de incendios ① y con (Hartmann y Kester, 1989) sobre la longitud de la dormancia de la semilla de especies como *P. attenuata* y la necesidad de romperla con un tratamiento en frío.

*Aunque Shopmeyer (1974) establece que esta especie responde bien con mayor tiempo de estratificación, se observó que en las condiciones de estudio *P.attenuata* no necesita una estratificación prolongada.

*Nuestros resultados indican que basta una semana de exposición al frío y humedad para romper la dormancia de la semilla de *P. attenuata*. Cuando se incrementó el tiempo de exposición a dos semanas, el resultado fue el mismo estadísticamente. se observó que no hay mucha diferencia en la primera y segunda semana de tratamiento de exposición al frío, y en la tercera semana parece dispararse, esto podría ser por el tiempo que puede tomar la germinación para esta especie, y que esta especie se encuentra aquí en su límite de distribución sureña, comparada con la adaptación a ambientes más fríos de poblaciones al noroeste de EU (Shopmeyer, 1974)②.

*Sin embargo, el riesgo por contaminación de la semilla aumentó de 4 a 17% a medida que la estratificación continuó hasta 3 semanas. Estos resultados coinciden con varios autores (ej. Hartmann y Kester, 1989; Duryea, 1994) quienes consideran la importancia del tratamiento de asepsia de la semilla para evitar la contaminación. Por otra parte, semillas jóvenes tuvieron una mayor propensión a la contaminación debido probablemente a la mayor humedad en la semilla.

CONCLUSIONES

- El tamaño óptimo de un árbol para colecta de conos es de 6 a 8 metros.
- Los árboles aislados presentaron mejor sanidad y vigor.
- Se encontró una relación lineal positiva ($r^2 = 0.879$) entre la longitud y el peso del cono.
- La selección de germoplasma debe centrarse en los conos más grandes (13.3 a 16.2 cm), ya que fueron los que presentaron mayor cantidad de semilla. También deben de ser conos jóvenes indicando esto por el color café claro amarillento.
- Entre los tres diferentes métodos de apertura de conos el tratamiento a 100 °C por una hora es el que mostró mayor eficiencia debido a que la totalidad de conos se abrieron y fue posible la colecta de las semillas, por otra parte no se observaron daños aparentes a la semilla.
- El análisis de varianza mostró diferencias entre los métodos de aperturas de conos; en la prueba de las diferencias mínimas significativas se comprobó que el tratamiento a 100 °C por una hora es estadísticamente superior y es del cual se obtuvo mayor número de semillas.

- El mejor tratamiento de estratificación para la estimulación de la germinación fue el tiempo de exposición a humedad y frío de 3 semanas, en todas las muestras, siendo el tratamiento a 100 °C por una hora el más efectivo, y el de las plántulas más vigorosas. el tratamiento a fuego directo mostró menores resultados.
- Se observó mayor contaminación en las semillas provenientes de conos jóvenes que en conos viejos, más del triple (24.2 % en jóvenes y 7 % en viejos). Esto puede deberse a que los conos jóvenes poseen más humedad y son más propicios al ataque por infecciones.

Bibliografía:

- Anaya, A.L.L. 1992. Las áreas naturales protegidas de México. Varios Editores. México
- Bojwani, S.S. and Razdan, M.K. 1983. Plant Tissue Culture. Theory and Practice. Ed. Elsevier. Amsterdam. Holanda.
- Castellón, J.J.O. y Sepúlveda, B.J.I. 1996. Métodos de propagación Biotecnológicos y Convencionales en Especies Agroindustriales de Zonas Áridas. Técnicas convencionales y biotecnológicas para la Propagación de especies en zonas áridas. En: G.Palomino y J.Izquierdo (Eds) FAO. PNUMA. Jardín botánico UNAM. Santiago, Chile. p 269-274
- Conagua, 1992. Cuenca Arroyo Doña Petra, Ensenada, B.C. Estudio Hidrológico, 25 pp.
- Conger, B.V. 1981. Cloning agrícola plants via *in vitro* techniques. CRC press. EU
- Diario oficial de la Federación. 16/may/94. NOMO059-Ecol-1994.
- Díaz, B. 1996. Insectos forestales en la Sierra de Juárez, B.C.. INIFAP. Folleto Técnico #11. Ensenada, B.C. Mexico.
- Duryea, M.L.. Landis, T.D. 1984. Forest Nursery manual: Production of barefoot seedlings. Martinus Nuhoff/Dr W Junk Publishers. EU

- Eccardi, F. y Becerra, R. 1997. México: Primer lugar mundial en Diversidad de pinos. Revista Ocelotl, N°-6. PRONATURA.
- Ffolliot, P.; De Bano, L.; Baker, M.; Gottfried, G.; Solís-Garza, G.; Edminster, G.; Neary, D.; Allen, L.; Hamre, R.H. 1996. Effects of Fire on Madrean Province Ecosystems; USDA Forest Service, General Technical Report, RM-GTR-289.
- FAO. PNUMA y SARH. 1994. Consulta de expertos sobre el avance de la Agroforestería en zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe. Serie zonas áridas y semiáridas #1. Dirección de Recursos Forestales, sede de la FAO. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- Hartmann, H.T. and Kester, D.E. 1997. Plant propagation: Principles and practices. John Wiley & Sons, US.
- Hawkes, J.G. 1980. Crop Genetic Resources Field Collection Manual. Dep. of Plant Biology. Univ. of Birmingham, England.
- Hurtado, D. y Merino, M.E. 1987. Cultivo de tejidos vegetales. Trillas. México
- Kozlowski, T.I. 1971. Growth and development of trees. Academic Press. E.U.
- Kyte, L. 1983. Plants from test tubes; An introduction to Micropropagation. Timber press, EU

- Miller, G.T.Jr.. 1989. Living in the Enviroment. Sixth Edition. Wadsworth publishing Company. Belmont, Ca. .U.S.
- Minich, R.A. 1987. The distribution of forest trees in northern Baja California, México. *Madroño*. 34(2): 98-127.
- Minich, R.A. y Franco Vizcaíno, E. 1998. Land of chamise and pines: historical accounts and current status of northern Baja California's vegetation. University of California press. Los Angeles, U.S.
- Mendoza, M. 1993. Conceptos básicos de manejo forestal. Editorial Uteha. México.
- Plantaciones Forestales: Primera reunión nacional: Memoria:Diciembre 1978: Dirección general de investigación y capacitación forestales: Publicación especial N°-13. SARH. México.
- Plantaciones Forestales: Segunda reunión nacional: Memoria:Diciembre 1981: Dirección general de investigación y capacitación forestales: Publicación especial N°-33.SARH. México.
- Platt, R.. 1971. The Great American Forest. Prentice-Hall, N.J., EU.
- Reilly, K. y Washer, J. 1977. Propagación vegetativa del pino *Pinus radiata* por medio de cultivo de tejidos: Formación de la plántula a partir del tejido embrionario. *Revista Ciencia Forestal*, N°-20, Vol.4; Jul-Ago 1979. Instituto nacional de Investigaciones forestales. México.
- Rzedowski, J.1981.Vegetación de México. Editorial Limusa.México.

- Schopmeyer, C.S. 1974. Seeds of woody plants in the United States. Agriculture handbook #450. Forest Service U.S.Dep. of Agriculture. Washington D.C. U.S.
- Secretaría de Fomento Agropecuario, Dirección Forestal y de la Fauna. INIFAP.UABC. 1994.Programa de concientización: Sobre la conservación y aprovechamiento de los recursos de flora y fauna del estado de Baja California. Ensenada, B.C. México.
- Sepúlveda, J.B. 1996. Informe de investigaciones del campo agrícola experimental Ensenada.INIFAP.
- Sepúlveda, J.B. y Zamudio, L.R.1997.Guía de reforestación para recuperar áreas afectadas por incendios en la Sierra de Juárez, B.C. INIFAP. SAGAR. Ensenada, B.C.México.
- Thorpe, T.A. 1981. Plant tissue culture. Methods and applications in Agriculture. Academic Press. EU.
- Tuxill,J. Drexler,B. Nabham,G. and Norman,D.1995. *In situ* conservation of threatened plant resources: their management in protected areas. native/ seeds /SEARCH. Tucson,Az, U.S.
- Vovides, A.P. 1995. Experiencias y Avances en el conocimiento de las plantas mexicanas en peligro de extinción en: Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. Linares, E. Dávila, P. Chiang, F. By, R. y Elías, T. (Editores) 1995.
- Walter,J.1994. Zonas de vegetación y clima. Editorial Omega, Barcelona, España.

Internet:

①.-www.fs.fed.us/database/feis/
Fire Effects Information System.

②.- Moskowitz, D. 1996. Knobcone Pine, *Pinus attenuata*. Forest ecology
Course. University of California.

③.-cygnus.tamu.edu/Texlab/Trees/Pine/pinetop.html
Pine.*Pinus spp.* Disease Index. January 1996.