

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Agronomía



Factores que influyen en la producción de piñón de *Pinus cembroides* Zucc.

Por:

EDUARDO DE LEÓN MORALES

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2010

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Agronomía

Departamento Forestal

Factores que influyen en la producción de piñón de
Pinus cembroides Zucc.

Por:

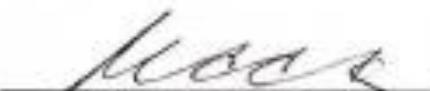
EDUARDO DE LEÓN MORALES

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA


Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Asesor principal



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2010

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Agronomía

Departamento Forestal

Factores que influyen en la producción de piñón de
Pinus cembroides Zucc.

Por:

EDUARDO DE LEÓN MORALES

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA



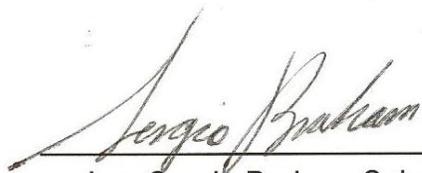
Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Asesor principal



M.C. José A. Najera Castro
Asesor



M.C. Jorge D. Flores Flores
Asesor



Ing. Sergio Braham Sabag
Suplente

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2010

DEDICATORIA

A mis amados padres, Clemencia Morales Mendoza y Armando De León López (†), que siempre estuvieron para aplaudir mis logros, me enseñaron la diferencia entre el bien y el mal y que ahora aunque mi padre ya no esté son mis mejores amigos y consejeros que tengo; y la dedico especialmente a mi madre, que es la mujer más bella que jamás conocí e imputo todos mis triunfos en esta vida a la enseñanza moral, intelectual y física que tuve de ella. “ Te Amo Mamá”.

A mis hermanos, Armando y Fernando, los cuales me han dado su cariño y comprensión, y que siempre han visto por mí en las buenas y las malas. “Los quiero mucho”

A una grandísima amiga, Clelita López Días, por su consistente ayuda, cariño, apoyo, consejos y especialmente por estar conmigo cuando más la necesitaba.

A Marisela Benítez, por su amor y valiosa compañía durante la carrera, sus enseñanzas, su apoyo y principalmente por hacerme ver que para conseguir tus objetivos es necesario anteponerlos ante todo y luchar para conseguirlos.

A Víctor Balerio, por enseñarme a que con dedicación y esfuerzo puedes conseguir lo que quieras, gracias por tu amistad y consejos, Amigo.

A mis amigos en general, Roberto De Los Santos, Hilario, Juan Borjas, Edilberto Hernández, Wendy, Sergio Ochoa, José I. Morales, Carina Morales, Luis A. López, Santiago A. Reyes, Antonio García, Juan M. Ríos, Alejandro Roblero, María E. Sánchez y Eddy F. Roblero, por hacer de la estancia en la Narro más agradable y hacerme ver que cuanto con su apoyo.

Gracias!!!

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la razón de mi existencia, iluminarme con bendiciones en cada momento, guiarme en el camino de la vida y que yo pudiera conseguir este insignificante porción de lo que es el conocimiento “Mi Carrera”.

A mi Familia por brindarme su incondicional e inmenso apoyo, amor y cariño que me dio fuerza para seguir estudiando hasta conseguir este sueño.

A mi Alma Terra Mater “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”, por haberme cobijado en su seno y por darme la oportunidad de superarme profesionalmente.

Al Dr. Miguel A. Capó Arteaga, por su amistad, colaboración, asesoría, orientación y dirección, y darme la oportunidad de poder realizar este trabajo.

Al M.C. Armando Nájera Castro, por su valiosa amistad, apoyo, consejos y experiencias que me enseñaron a visualizar mis objetivos en la vida.

Al M.C. Jorge D. Flores Flores, por su apoyo en la revisión y contribución para la realización de este trabajo.

Al M.C. Salvador Valencia Manzo y a su esposa Rosa María Méndez, por su agradable amistad, consejos y ayuda brindadas durante la carrera.

A Zita María Salazar, por ser una persona muy agradable y por ofrecerme su amistad y confianza.

En general a todos los profesores del Departamento Forestal los cuales ayudaron a mi formación profesional al trasmitirme sus conocimientos.

A todos aquellos que, aunque no los menciono, les estoy agradecido por haber hecho mi estancia más agradable.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
METODOLOGÍA	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Botánica y ecología.....	4
Nombres comunes.....	4
Origen y diversificación.....	4
Distribución geográfica natural	5
Marco ecológico.....	7
Especies asociadas	7
Clima.....	7
Suelo	8
Temperatura	8
Taxonomía.....	8
Fenología.....	9
Adaptaciones Ecológicas.....	10
Usos	11
Problemática.....	12
Producción de conos y semillas.....	14
Ciclo reproductivo	17
Silvicultura y manejo.....	20
Manejo del suelo	21
Aclareo.....	21
Poda	21
Fertilización.....	22
Riego	22
Causas de pérdidas en la producción de piñones	22
Factores abióticos.....	23
Factores bióticos.....	28
Un método de estudio.....	42
Tablas de Vida.....	42
RESULTADOS.....	47
CONCLUSIONES	51
LITERATURA CITADA.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro1. Grupo de piñoneros identificados por Zavarín (1987).....	9
Cuadro 2. Fenología de <i>Pinus cembroides</i> en Galeana, N.L., Vallejo (1997).....	10
Cuadro 3. Comparación del potencial de semillas por cono en coníferas. Hernández (2006).....	17
Cuadro 4. Principales productos para combatir insectos consumidores de frutos y semillas en fuentes semilleras.....	41
Cuadro 5. Tabla de vida para conos de <i>Pinus cembroides</i> . Ej. El Cedrillo, Saltillo, Coah. 1984-1985 (Flores y Díaz, 1986).	44
Cuadro 6. Estimación de semilla dañada por diferentes factores en conos de <i>Pinus cembroides</i> maduros y próximos a madurar. Ej. El Cedrito, Saltillo, Coah. 1984-1985 (Flores y Díaz, 1986).	46
Cuadro 7. Estimación hipotética de la producción de semilla llena y dañada partiendo de 127 conos sobrevivientes en <i>Pinus cembroides</i> Ej. El Cedrito, Saltillo, Coah. 1984-1985 (Flores y Díaz, 1986).	46
Cuadro 8. Factores que afectan la producción de piñón.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución del <i>Pinus cembroides</i>	6
Figura 2. Producción y pérdida de semillas de ocho poblaciones naturales de <i>P. pinceana</i> Hernández, 2006.	16
Figura 3. Ciclo reproductivo de los pinos..	18

RESUMEN

El género *Pinus* es el que más se ha estudiado, sin embargo, existen problemas con la reproducción, la producción de conos y semillas, su variación y periodicidad, esto debido al escaso conocimiento sobre sus rasgos biológicos y ecológicos. El presente trabajo tiene como objetivo revisar, sintetizar y discutir la información disponible sobre los factores que influyen o afectan el potencial reproductivo del *Pinus cembroides* para visualizar de una manera general el problema en la producción y calidad de semilla, y así determinar las principales causas y factores que influyen en su formación. El trabajo consistió en efectuar una búsqueda de los trabajos publicados sobre dicha especie, incluyendo tesis profesionales, artículos científicos y libros. Entre los resultados se observa que los pinos piñoneros empiezan a producir aproximadamente a los 25 años pero sin alcanzar su nivel comercial, sino hasta los 40 años. La producción de conos está influida por el desarrollo y el vigor de la copa, la clase del árbol o su posición dentro del dosel. Árboles dominantes con copas vigorosas y expuestas a la luz son notables productores de semillas. El ciclo reproductivo abarca la iniciación de conos, la polinización, la fertilización y la diseminación, donde el tiempo entre la iniciación de conos femeninos y madurez de semillas varía de 15 a 27 meses. Los piñoneros presentan el ciclo de tres años tipo I en el cual la fertilización ocurre un año después de la polinización. La producción de piñón es afectada por una serie de factores abióticos y bióticos tales como los incendios, enfermedades, variación de temperatura y precipitación, exposición, la depredación por aves, roedores e insectos, factores intrínsecos propios de la planta y factores antropogénicos. La Tabla de Vida es un método para calcular el tiempo de vida previsto para una población de individuos en una edad determinada, siendo una herramienta importante para determinar la esperanza de vida en los conos de esta especie.

Palabras clave: *Pinus cembroides* Zucc., Potencial reproductivo, producción de piñón, ciclo reproductivo.

I. INTRODUCCIÓN

El género *Pinus* es el que más se ha estudiado y, por tanto, del que existe mayor cantidad de información acumulada; sin embargo, aún existen problemas sin resolver, entre los cuales se destacan los relacionados con la reproducción, principalmente aquellos referentes a la producción de conos y semillas, su variación y periodicidad. En especies mexicanas, estos problemas se acentúan en particular, debido al escaso conocimiento sobre sus rasgos biológicos y ecológicos (Zobel, 1970).

Flores y Martínez (1987), mencionan que el producto de mayor importancia que se obtiene de los bosques de *Pinus cembroides* es la semilla, conocida comúnmente como piñón, siendo un ingreso adicional al presupuesto de las familias de las zonas donde se distribuye naturalmente, que se dedican a su recolección y comercio. Esta actividad tiene el problema de que el piñón ha sido escaso e inadecuadamente aprovechado (Rzedowski, 1965).

Recientemente se ha considerado la posibilidad de aumentar la producción de semillas, sólo que aún no hay acuerdo de cómo lograrlo. Tal vez se deba al desconocimiento de las principales características biológicas básicas y la respuesta ante estímulos ambientales (García y Gómez, 1987). El ciclo reproductivo largo en piñoneros (27-29 meses), el carácter errático en la producción de conos y el hecho de que sus semillas son alimento de fauna asociada, hace más difícil el asunto.

El presente trabajo, se ha considerado para visualizar de una manera general el problema en la producción de semilla de *Pinus cembroides* y determinar las principales causas o factores que influyen en su formación.

1.1 Objetivos

1. El objetivo del presente trabajo fue revisar, sintetizar y discutir la información disponible sobre los factores que influyen o afectan el potencial reproductivo del pino piñonero, *Pinus cembroides*.

2. Generar un documento que integre las investigaciones realizadas sobre el pino piñonero y que a la vez sirva de consulta para estudiantes y maestros de la especialidad forestal y otras carreras afines.

II. METODOLOGÍA

El trabajo consistió en efectuar una búsqueda de los trabajos publicados sobre *Pinus cembroides*, incluyendo tesis profesionales, artículos científicos y libros que se encontraban dentro del acervo bibliográfico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autónoma Chapingo y La Universidad Autónoma de Nuevo León, además de recopilación de artículos que algunos maestros proporcionaron para dicho trabajo.

Una vez reunida dicha información, se procedió a revisar, sintetizar y discutir aquellos factores que afectan sobre el potencial reproductivo en dicha especie, provocando la disminución o incremento en la producción y calidad de semilla.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Botánica y ecología

3.1.1. Nombres comunes

Pino piñonero, piñón y pino mexicano.

3.1.2. Origen y diversificación

Realmente es muy difícil precisar la era y el sitio del centro de diferenciación inicial de los primeros pinos piñoneros. Eguiluz (1985), postuló la aparición del género *Pinus* durante el triásico tardío, hace unos 190 millones de años, y su completa diferenciación durante el Cretácico temprano, como lo muestra el cono fosilizado más antiguo de *Pinus belgica* (Miller, 1977; citado por Eguiluz, 1987).

A pesar de la temprana diferenciación de los pinos Haplóxilon de los Diplóxilon, los pinos piñoneros llegaron a México durante el terciario y, desde entonces, su principal centro secundario de especiación se ha mantenido durante los últimos 50 millones de años en el norte de México y suroeste de los Estados Unidos; ahí fue donde han irradiado los ecotipos, que llegaron a formar las especies actuales de las cadenas montañosas ubicadas en las sierras Madre Oriental, occidental, de Juárez y San Pedro Mártir en Baja California Norte.

Es probable que los piñoneros hayan cubierto mayores extensiones en todo el territorio norte de México durante el Cuaternario, quedando actualmente solo especies y poblaciones aisladas en las sierras, que tienden a reducirse por presiones ecológicas de flora más agresivas, compuestas de latifoliadas y xerofíticas.

Los pinos piñoneros han estado muy ligados a la historia de los hombres desde tiempos remotos, ya que se encontraban sobre las rutas de migración que emplearon los primeros pobladores de Mesoamérica.

Los pinos piñoneros son típicos de Norteamérica, y desempeñaron un papel fundamental en la supervivencia y cultura de los indios americanos del altiplano y zonas bajas de las serranías (Eguiluz, 1987).

Según Perry (1991), fue Bernal Díaz del Castillo quien señaló que los primeros Europeos que observaron los bosques de pino en México fueron Hernán Cortés y sus acompañantes, en el año de 1519. Posteriormente, Alvar Núñez Cabeza de Vaca, en el libro “Náufragos y Comentarios” cita algunos usos que los indígenas hacían de los piñones y de las bondades paliativas de los mismos.

3.1.3. Distribución geográfica natural

Pinus cembroides forma masas puras en la Sierra Madre Oriental al norte del Trópico de Cáncer y la sierra madre occidental. Forma bosques en el Oeste del país en el extremo sur de Baja California (Bailey y Hawksworth, 1987 lo reportan tanto para BC Sur como para BC Norte) y en Sinaloa. En el Norte se reporta para Sonora, Chihuahua, Durango, Coahuila (Sierra de Arteaga, Sistema montañoso Paila-Parras y Sierra de la Marta); en la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León hasta Tula y Miquihuana en Tamaulipas. Hacia el centro del país se le encuentra en San Luis Potosí (Sierra de Alvarez y San Miguelito), Zacatecas (Sistema Concepción del Oro-Mazapil); noreste de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Sierra de Zongolica); ocupando casi siempre zonas de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas más húmedas (Rzedowski, 1978; Flinta, 1960 y Robert, 1977 en Flores, 1985).

P. cembroides es la especie con la distribución altitudinal más amplia, la cual va de los 1000 hasta aproximadamente los 2800 msnm. Además esta especie presenta amplia distribución tanto horizontal como vertical y existe traslape con la distribución de otras especies del grupo; encontrándose desde la frontera de México: Arizona y Nuevo México (EUA) hasta el centro del país (Puebla y Veracruz). Martínez, 1948; Rzedowski 1978, Flores y Caldera, 1985; García, 1985; Bailey y Hawksworth, 1987.

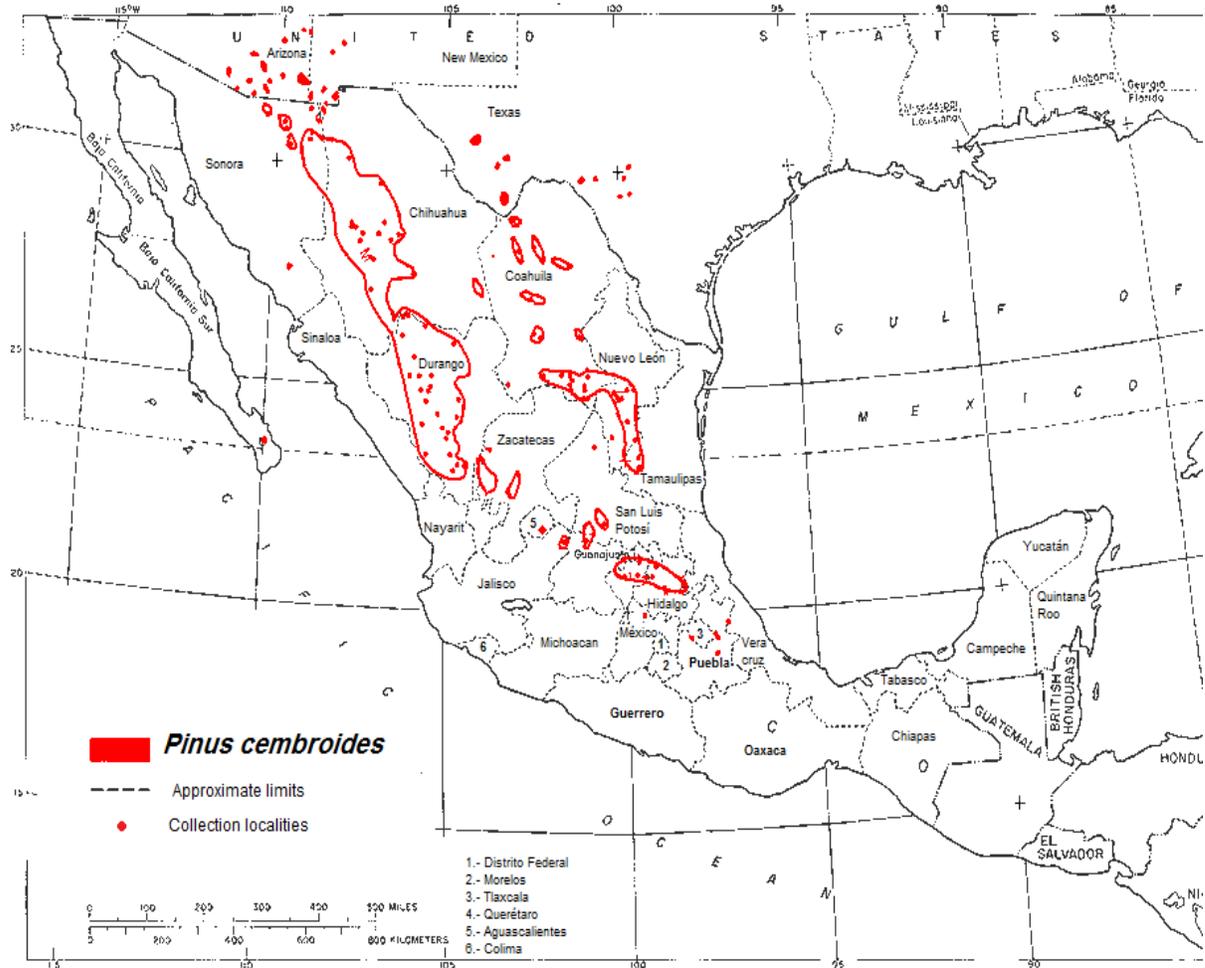


Figura 1. Mapa de distribución del *P. cembroides*. (en este mapa no se reporta a BCN. y abarca áreas que no se reportan anteriormente como Mex., Tlax., y Ags.).

3.1.4. Marco ecológico

Se desarrolla en laderas de cerros y lomeríos, pendientes secas y rocosas, al pie de las montañas.

Se reportan diferentes exposiciones en donde se presentan los piñoneros. En San Luis se reportan masas puras en exposiciones Suroeste y Oeste, mientras que en otro trabajo en la misma localidad las encontraron una tendencia de ubicarse al Sureste. Por otra parte, otros reportes mencionan exposiciones Noreste. Las características geomorfológicas de las montañas crean diferentes condiciones ambientales, formando una especie de mosaico. Acorde a los reportes los piñoneros se ubican donde inciden los vientos más secos (Rebolledo, 1982 y Hernández y García, 1985, en Romero *et al.*, 1989a, 1989b).

3.1.5. Especies asociadas

Se asocia con especies de matorral arbustivo, encinares y pinares de climas semidesérticos. *Yucca carnerosana*, *Quercus leosenei*, *Quercus potosina*, *Arbutus xalapensis*, *Larrea tridentata*, *Larrea divaricata* *Acacia farnesiana*, *Agave* sp., *Opuntia* sp., *Buddleia* sp., *Juniperus fláccida*, *juniperus deppeana*, *Pinus teocote*, *Pinus arizonica*, *Pseudotsuga menziesii* y numerosas especies del género *Pinus* (Robert, 1997).

3.1.6. Clima

Eguiluz (1987), en su estudio sobre la evolución (el origen y diversificación) de los piñoneros mexicanos describe que las especies del grupo habitan zonas marginales de baja precipitación (300 a 600 mm de lluvia), aunque según este mismo autor en otro trabajo publicado en 1982, menciona que pueden rebasar los 1000 mm.

3.1.7. Suelo

Es una especie típica de suelos pobres, secos, pedregosos o calizos, grisáceos o negros, calcáreos de origen principalmente, coluvial y aluvial en menor

grado; con alto contenido de yeso, con estructura granular y textura dominante arcillosa, delgados en lomeríos y aluviones en los valles de muy buen drenaje y con pH de 4 a 8, normalmente prefiere los suelos de neutros a alcalinos (Flores, 1985).

3.1.8. Temperatura

Las temperaturas en las que se desarrolla esta especie oscilan entre 7° C hasta 40° C con promedios de 18° C; alcanzando mínimas extremas de 7° C y máximas de 42° C o a veces mayores.

3.1.9. Taxonomía

Uno de los primeros investigadores en México sobre la taxonomía de las coníferas es Maximino Martínez. Dicho autor publicó en 1948 su obra sobre los pinos mexicanos y en este documento ubica a los pinos piñoneros en una sección que lleva este mismo nombre. *Pinus cembroides* está ubicado en esta sección. Sin embargo, otros autores manejan clasificaciones distintas a la de Maximino Martínez, por ejemplo la de Shaw (1909) y Perry (1991). Existiendo falta de información y dudas sobre la taxonomía de este grupo, varios investigadores han continuado con su estudio.

Se distinguen dos grupos entre los piñoneros: uno con una distribución restringida y endémica en México y otro que agrupa especies con características afines denominado como "grupo Cembroides". En el primero las especies presentan caracteres distintivos propios de cada una, aquí se incluyen al *P. nelsonii* Shaw, *P. pinceana* Gordon y al *P. maximartinezii* Rzedowski. En el grupo Cembroides se incluye el resto de los piñoneros, son distinguidos por el número de hojas que presentan los fascículos. Así mismo, la sección Parrya comprende tres subsecciones: Cembroides Engelm., Gerardianae Loud., Balfourianae Engelm.; siendo las dos primeras las que incluyen a los pinos piñoneros. *Pinus cembroides* es ubicado en la primer sección mencionada, de tal modo que su clasificación acorde a la de Critchfield y Little en 1966 queda como: *Pinus* L.

subgen. *Strobus* Lemm., secc. *Parrya* Mayr, subsecc. *cembroides* Engelm. (Passini, 1985, 1987; Bailey y Hawksworth, 1987). Por otra parte, Zavarin (1987) estudió la química de la madera de todos los piñoneros y considerando los resultados obtenidos así como sus características morfológicas, ecológicas y genéticas, distingue tres grupos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Grupo de piñoneros identificados por Zavarin (1987).

Grupo	Especies incluidas
1. Nelsoniae	<i>P. melsonii</i>
2. Pinceanae	<i>P. piceana</i> <i>P. maximartinezii</i>
3. Cembroidae	<i>P. cembroides</i> (con 3 subespecies: <i>cembroides</i> , <i>lagunae</i> , <i>orizabensis</i>) <i>P. culminicola</i> <i>P. discolor</i> <i>P. edulis</i> <i>P. johannis</i> <i>P. monophylla</i> (con 3 subespecies: <i>monophylla</i> , <i>fallax</i> , <i>californiarum</i>) <i>P. remota</i>

3.1.10. Fenología

Flores (1983), describe los aspectos fenológicos de *Pinus cembroides*. El período de floración ocurre durante los meses de mayo y julio. Los conos estaminados o masculinos son globulosos de color moreno rojizo; se producen en grupos de 4 o 5, generalmente en las ramas inferiores y medias del árbol; empiezan a desarrollarse a principios de la primavera y llegan a la madurez a finales de mayo y principios de junio. Después de liberar el polen las flores se marchitan y caen. Las flores pistiladas o conillos se encuentran solitarios o en verticilos de 3 a 5 en los extremos de las ramas en la parte media y superior del árbol.

La polinización se lleva a cabo exclusivamente por el viento y es influenciada, al igual que la receptividad de las flores femeninas, por la temperatura. El cono maduro o estróbilo es subgloboso y casi sésil con pocas escamas (alrededor de 30 a 40); generalmente se hallan más desarrolladas las escamas de la parte media ya que son las que contienen las semillas fértiles, las cuales se encuentran una desarrollada y la otra abortada por lo regular en cada escama. La época de producción de semilla es entre los meses de octubre y noviembre del siguiente año después de la polinización. Passini (1991), publicó un trabajo sobre el ciclo reproductivo de los pinos piñoneros, así como el análisis descriptivo de 91 polen proveniente de 7 especies del grupo *cembroides*.

Cuadro 2. Fenología de *Pinus cembroides* en Galeana, N.L., Vallejo (1997).

Dic-Feb	Marzo-Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep-Nov
Primordios sin crecimiento	Floración	Poliniz./crecim. de conillos	Crecimiento de conillos			
Crecim. de conillos suspendido	Fertiliz./crecim. de conillos	Crecimiento de conos/ maduración de semillas				Apertura de conos

3.1.11. Adaptaciones Ecológicas

El *Pinus cembroides*, al igual que los otros piñoneros, se han adaptado a lugares semiáridos. Se reporta que posee un alto potencial adaptativo y alta resistencia a condiciones climáticas difíciles; presenta gran amplitud térmica (heladas, nevadas, sequías) y condiciones de precipitación muy variable, las cuales no son soportadas por otros pinos a excepción de los piñoneros (Flores, 1983).

La carencia de ala en las semillas ha sido interpretada como una estrategia de sobrevivencia en un medio adverso con baja precipitación anual y condiciones de suelo ligeramente alcalinas. Los conos son pequeños y con pocas semillas de tamaño grande, las cuales son diseminadas y enterradas por roedores. El hecho

de carecer de ala hace que se les considere menos evolucionados que las especies con semillas aladas (Flores, 1983).

3.1.12. Usos

Semillas

Las Semillas son de color café negruzco y de testa dura; áptera. Son subcilíndricas, vagamente triangulares y sin ala; abultadas en su parte superior y delgadas en su base; de 10 mm de largo. La almendra es rosada, comestible y de sabor agradable con gran contenido de nutrientes. Esta descripción está basada en los trabajos de Martínez (1948); Yáñez y García (1985), Lenner (1986) y Escoto (1988).

Las semillas comestibles o piñones de las especies de piñoneros son el principal producto y son objeto de recolección y comercio. De hecho son el producto de mayor valor. El estado de Nuevo León es el principal proveedor de piñones en la República. La técnica de "barrido" ha sido empleada por la gente para coleccionar los conos de los que extraen la semilla (Vallejo 1997). Se conoce que la cosecha es bastante irregular debido a lo errático de los años semilleros, aún así cuando es posible cosechar esto significa una fuente de ingresos importante para la población rural en el Altiplano mexicano. Rzedowski, 1978; Flores, 1983; Cibrián, 1987; Flores, 1987). Eguiluz *et al.* (1985), trabajaron con semillas de varios piñoneros de varias localidades del país, entre ellos del cembroides, y proporcionan descripciones de sus dimensiones y otras características.

Ecología

Las características adaptativas de la especie le confieren ser considerada como una especie apropiada para la estabilización de zonas fuertemente afectadas por la erosión por los bajos requerimientos que necesita (Flores, 1987).

3.1.13. Problemática

Los bosques de *cembroides* en el Noreste de México se caracterizan por presentar un grado de disturbio elevado, principalmente de índole antropogénica. Pastoreos desordenados, explotación irracional, bosques sin ningún tratamiento silvícola, escasa regeneración natural y erosión de los suelos, son algunas situaciones que enfrentan. Básicamente estas cuestiones se resumen en un mal uso del recurso atribuido al desconocimiento de la forma adecuada de utilizarlo.

Esta razón es motivo de que investigadores hagan intentos por establecer estrategias integradas en planes de uso múltiple de estos bosques. Algunos investigadores tales como Flores *et al.* (1987) y Martínez y Rodríguez (1989), ya han desarrollado trabajos al respecto.

Con respecto al problema de la regeneración se han desarrollado estudios con el *cembroides* en condiciones naturales así como su respuesta en plantaciones, además de distintas técnicas de reproducción en vivero, del patrón de crecimiento, así como pruebas bajo diferentes condiciones de sustrato, temperatura y luz (Cetina, 1984; Chávez *et al.*, 1985; Sánchez *et al.*, 1987; Ramírez y Villanueva, 1987; Lenner, 1986; Castillo y Ramírez, 1989; Cetina y Sánchez, 1989; Chávez *et al.*, 1989; García y Capó, 1989; Gómez y Capó, 1989; Montiel *et al.*, 1989; Rodríguez y Aldrete, 1989; Sánchez y Celina, 1989; González, 1990; Hernández y Aldrete, 1991; Prieto, 1991; Suzán *et al.*, 1991; Torres *et al.*, 1991).

Sin embargo, además de los factores externos, estos ecosistemas están sujetos a sus propios factores regulativos, con quienes han desarrollado estrategias coevolutivas que les han permitido subsistir en medios tan inhóspitos como las áreas desérticas y semidesérticas.

La producción errática de semillas de los piñoneros es una de las estrategias desarrolladas posiblemente como un mecanismo fisiológico de defensa de las plantas contra momentos de estrés para asegurar la sobrevivencia de la especie.

Por otro lado, los insectos constituyen uno de los principales problemas intrínsecos asociados a estos bosques. Los insectos asociados a las semillas constituyen la principal limitante para una buena cosecha. Estos agentes pueden ocasionar la pérdida del 90% o más de la cosecha. Actualmente, éstos constituyen el factor limitante en la mayoría de las zonas piñoneras del país como Coahuila, Hidalgo y Nuevo León, entre otros (Flores y Díaz I, 1987; Flores, 1987).

Existen varios trabajos que evalúan diferentes tratamientos con varios insecticidas, entre éstos se pueden citar a Pérez (1990), Ramos (1994) y a López (1994), el primero de ellos trabajó en Hidalgo y los otros en Coahuila.

Bajo este marco, diversos autores han estado trabajando en búsqueda de encontrar un modo de controlar la acción de estos agentes. Cibrián y Méndez (1987) propusieron un manejo integrado de plagas en este tipo de bosques; por otra parte, otros autores han trabajado en la identificación, descripción y/o evaluación de los daños por insectos que atacan conos y semillas en sus distintas etapas de desarrollo así como el impacto que sus daños ocasionan. Trabajos sobre especies piñoneras y no piñoneras son reportados (Del Río, 1980; Matson, 1978,1980; Flores y Díaz, 1987,1989; Flores y Caldera; 1985; Flores y López, 1989; Sánchez *et al.*, 1989; Sánchez *et al.*, 1991; Turgeon *et al.*, 1994).

Algunos investigadores norteamericanos han propuesto prácticas culturales en las áreas de piñonero para estimular la producción de conos y aprovechar individuos como arbolitos de navidad y como "stock" en viveros Fisher y Montana (sf) citan varios autores que han realizado investigaciones al respecto en Colorado. Entre estas prácticas están los aclareos y la aplicación de fertilizantes (especialmente con nitrógeno). En Estados Unidos existe una fuerte tendencia a sustituir estos ecosistemas por áreas de pastoreo, aunque hay también quienes defienden que estos ecosistemas no sean tocados más que para hacerlos producir más bienes como los piñones, en investigaciones de la época de los 50's ya había

un mercado potencial para este producto y en donde su precio alcanzaba hasta los 7.6 dólares por libra en esa época (Gallegos, 1977).

3.2. Producción de conos y semillas

Hace mucho tiempo se observó que los árboles, por lo general, no producen una cosecha abundante de semillas cada año, sino que existe una cierta periodicidad cíclica en la producción de las semillas, lo cual se manifiesta como una cosecha muy abundante en un año seguida de un periodo variable con baja producción (Daniel *et al.*, 1982; García *et al.*, 1987).

El inicio de la producción de semillas es más temprano, más abundante y consistente en las regiones situadas más al sur dentro del área de distribución natural de la especie. Asimismo, la precocidad en la producción de semilla es mayor en los sitios cálidos y secos con exposición sur. Este fenómeno puede atribuirse, en parte, a la probabilidad de que en esos sitios más expuestos se ocasione una rápida diferenciación de las clases de copas. Sin embargo, parece que hay un efecto ambiental directo sobre la producción de semillas. En los sitios más empobrecidos e, independientemente de que la causa sea un contenido bajo de nutrientes o la falta de agua, se producen pequeñas cantidades de semilla en edades aún muy cortas, incluso a pesar de que el árbol pueda ser pequeño y deforme. A esta producción de semillas se le denomina cosecha de "crisis" y el fenómeno es análogo al estímulo de los árboles para producir semillas mediante daños mecánicos (Daniel *et al.*, 1982).

Al parecer, el hecho de que un cierto año sea bueno en cuanto a la producción de semillas está determinado en gran parte, en coníferas, por la proporción anual de yema que abortan, permanecen latentes o se desarrollan para formar estructuras reproductivas en lugar de vegetativas. Esto, indudablemente, está bajo la influencia del metabolismo del árbol y los factores climáticos. Una vez que se

forman las yemas reproductivas, su ontogenia hasta la formación de semillas maduras y viables depende de la influencia que sobre ella ejercen el sitio, el clima, los animales, los insectos y las enfermedades (Daniel *et al.*, 1982).

Barger y Ffolliott (1972), citados por Gottfried (1986), mencionan que la producción de semilla en los piñoneros es altamente variable. El piñonero *Pinus edulis* produce a intervalos de 4 a 7 años aunque han sido reportados intervalos más cortos y que los intervalos cortos entre buenas cosechas de semilla han sido relacionados con sitios más favorables donde el piñonero prospera.

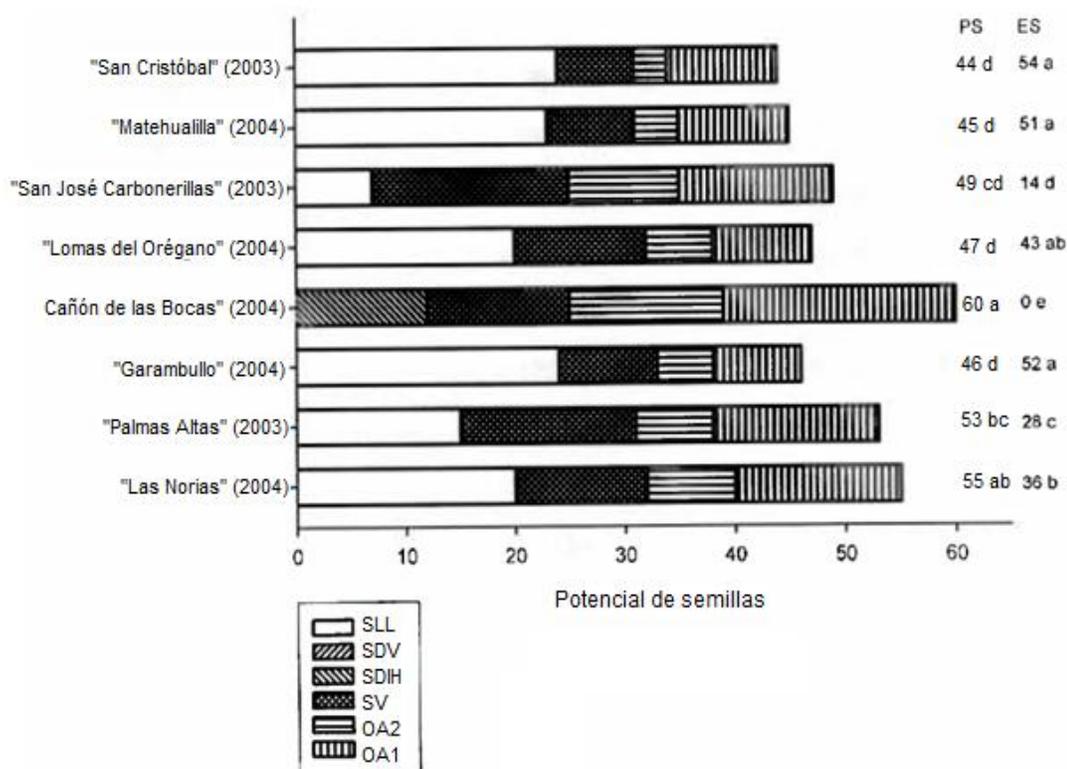
Los pinos piñoneros empiezan a producir aproximadamente a los 25 años de edad; pero la producción no alcanza su magnitud comercial, sino hasta los 40 años (Granados y Silva, 1994). Con ciclos semilleros en periodos de tres años, es decir, que los botones o yemas son formados en agosto y septiembre y el cono madura hasta los tres años; el primer año es para la producción de un gran número de óvulos primarios, y el segundo y tercer año deberán ser favorables para el desarrollo y maduración de conos y semillas (Granados y Silva, 1994).

Estos autores reportan que la producción de piñones depende en parte de las condiciones climáticas y la precipitación, atribuyéndose las bajas producciones a adaptaciones selectivas de los árboles para escapar de sus depredadores.

La producción de conos de un genotipo particular está influida por el desarrollo y el vigor de la copa y por la clase de árbol o su posición dentro del dosel, los árboles dominantes que tienen copas vigorosas bien desarrolladas y considerablemente expuestas a la luz son notables productores de semilla, Incluso los árboles menos vigorosos, en especial cuando se encuentran bajo condiciones ambientales desfavorables producen abundantes cosechas de conos siempre y cuando sus copas estén bien expuestas a la luz (Daniel *et al.*, 1982; Pérez, 1988; Gottfried, 1988).

Daniel *et al.* (1982), mencionan que, independientemente de que si los rodales tienen que regenerarse de manera natural o artificial, se necesita una considerable información acerca de los factores que influyen el momento y la magnitud de la producción de semillas.

Hernández (2006), evaluó la producción de semillas en ocho poblaciones de *P. pinceana* y estimó los indicadores reproductivos, donde encontró que el potencial de semilla en promedio fue 50 semillas por cono, presentando los valores más bajos en el Garambullo, Lomas del Orégano, Matehualilla y san Cristóbal con 46, 47, 45 y 44 semillas por cono y los valores más altos se registraron para Cañón de las Bocas y las Norias con 60 y 55 semillas por cono.



SLL= semillas llenas (%); SDV= semillas dañadas por varios factores; SDIH= semillas dañadas por insectos, hongos y bacterias; SV= semilla vana; OA2= óvulos abortados del segundo año de desarrollo y OA1= óvulos abortados del primer año de desarrollo. PS= potencial de semilla, ES= eficiencia de semillas. Los valores con letras minúsculas diferentes en PS y ES son insignificativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Figura 2. Producción y pérdida de semillas de ocho poblaciones naturales de *P. pinceana* Hernández, 2006.

Cuadro 3. Comparación del potencial de semillas por cono en coníferas. Hernández (2006).

Especie	Semillas /cono (rango)	Cita
<i>Pinus cembroides</i>	10.3*	Solís <i>et al.</i> (s. f.)
<i>Pinus catarinae</i>	11	Lemus (1999)
<i>Pinus johannis</i>	23 (18 a 26)	López (2005)
<i>Pinus pinceana</i>	50 (44 a 66)	Hernández (2006)
<i>Pseudotsuga</i>	56	Mápula (2004)
<i>Pinus pinceana</i>	64 (51 a 76)	Quiroz-Vázquez (s. f.)
<i>Pinus pseudostrobus</i>	68	Bello (1988)
<i>Pinus arizonica</i>	90 (48 a 126)	Narváez (2000)
<i>Picea mexicana</i>	103 (91 a 116)	Flores (2004)
<i>Pinus tecunumanii</i>	125 (123 a 127)	Isaza <i>et al.</i> (2002)
<i>Pinus cooperi</i>	128 (103 a 154)	Prieto y Martínez (1993)
<i>Pinus ocarpa</i>	137	Isaza <i>et al.</i> (2002)
<i>Pinus maximinoi</i>	140	Isaza <i>et al.</i> (2002)
<i>Pinus greggii</i>	161 (152 a 170)	Alba-Landa <i>et al.</i> (2005)
<i>Pinus oaxacana</i>	186	Vázquez (2004)
<i>Pinus hartwegii</i>	193 (187 a 200)	Alba-Landa <i>et al.</i> (2003)
Potencial de semillas ordenados de menor a mayor.		
(*) Media obtenida de los datos reportados para ese trabajo.		

3.3. Ciclo reproductivo

En general, los conos femeninos y masculinos en *Pinus* se encuentran separados espacialmente en la copa. Los primeros se forman en la misma posición de los brotes largos laterales, por lo cual son subterminales o laterales, pero se producen principalmente en ramas de la mitad superior de la copa. Los masculinos son característicos de ramas de bajo vigor, ocupan la zona de los brotes cortos y se producen predominantemente en ramas de la mitad inferior de la copa (Mirov, 1967; Varnell, 1976). Ambos conos suelen iniciarse en diferentes fechas y su desarrollo difiere en el tiempo implicado (Duff y Nolan, 1958). Los masculinos se desprenden tan pronto como terminan de soltar el polen, y los femeninos permanecen en el árbol por uno o dos años después de ser polinizados (Mirov, 1967). Esto es importante en la caracterización del ciclo reproductivo en *Pinus*.

El ciclo reproductivo en *Pinus* se compone de cuatro etapas: iniciación de conos, polinización, fertilización y diseminación (Hocker, 1984).

En coníferas, el tiempo entre iniciación de conos femeninos y madurez de semillas varía de 15 a 27 meses, período que cubre el ciclo reproductivo completo (Mirov, 1967; Owens, 1986). Pero, como existen variaciones en tiempo entre especies, se han propuesto tres tipos de ciclos reproductivos: ciclo de dos años, ciclo de tres años tipo I y ciclo de tres años tipo II. El ciclo del tipo I se distingue en que la fertilización ocurre un año después de la polinización; en el tipo II, en el mismo año de polinización (Owens, 1986).

La mayoría de las especies de *Pinus* presentan el ciclo de tres años tipo I.

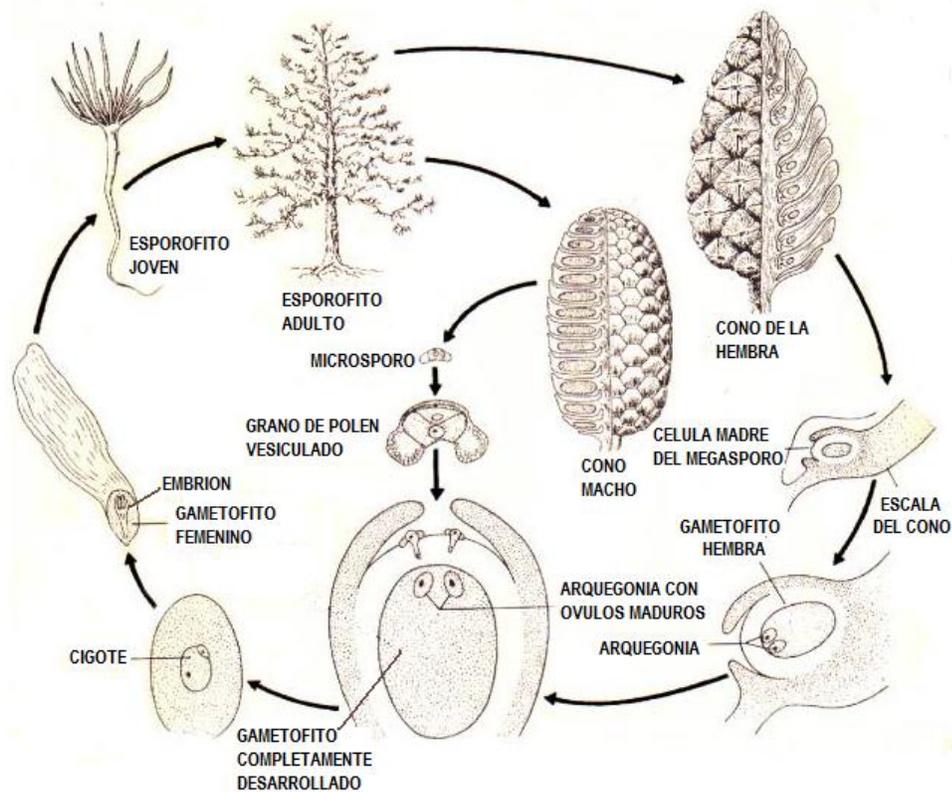


Figura 3. Ciclo reproductivo de los pinos. Los conos dan origen al gametofito femenino, los conos masculinos dan origen a gran cantidad de granos de polen o gametofitos masculinos que son transportados a través del viento. Cuando caen en los conos femeninos, se desarrolla en los granos de polen un largo tubo polínico que pone en contacto el núcleo masculino con el femenino. Este proceso puede llegar a durar hasta un año. Una vez realizada la fecundación de los núcleos,

se forma una cigota $2n$ que se divide mitóticamente y origina el embrión del esporofito. El gametofito femenino rodea el embrión y pasa a formar parte del material nutritivo en la semilla madura. Tanto el embrión como el material nutritivo quedan rodeados por el tegumento que protege a la semilla. Cuando el cono femenino se abre, deja en libertad a las semillas que poseen un ala de tegumento que facilita su dispersión a través del viento. Si las semillas caen sobre la tierra y en un ambiente adecuado, germinan y originan nuevos esporofitos.

Según datos de varios autores (Little, 1938; Mirov, 1967; Sporne, 1974; Kramer y Kozlowski, 1979; Hocker, 1984; Owens, 1986), los conos atraviesan por tres etapas de desarrollo, a saber: a) etapa de primordios; b) etapa de conillos (conos de primer año), durante la cual ocurre emergencia, polinización y primera extensión; y c) etapa de conos maduros o de segundo año, durante la cual se realizan la fertilización, segunda extensión y apertura de escamas con la consecuente diseminación.

- **Iniciación de primordios de conos femeninos**

La experiencia de algunos investigadores ha permitido estimar que los primeros indicios de primordio de cono se presentan unos 15 días antes de que se puedan observar con métodos de disección (Duff y Nolan, 1958).

Generalmente, la iniciación se realiza al final de la estación de crecimiento del año anterior a la polinización (Kramer y Kozlowski, 1979) y se considera la etapa más importante del ciclo reproductivo y, por tanto, en el potencial reproductivo de una especie, debido a que la presión de selección es fuerte en ella (Spurr y Barnes, 1982). La producción de conos maduros puede depender más de la diferenciación de primordios de cono que de cualquiera otra fase del ciclo reproductivo (Owens, 1984). Por tal razón, es posible que las fallas en la producción de conos y su irregularidad (producción errática) se deban, en primera instancia, a fallas y circunstancias durante la iniciación de primordios de cono (Duff y Nolan, 1958). Ello ha permitido concluir que las diferencias en la producción de conos son el resultado de la proporción de primordios de cono que se desarrollan en conos maduros y no de la variación en el número de primordios de cono formados originalmente (Allen y Owens, 1972).

- **Desarrollo temprano de conos femeninos**

La fecha en que los conillos emergen de la yema varía con la especie y estacionalidad del lugar. Al emerger, los conillos femeninos quedan inmediatamente receptivos al polen, aunque por poco tiempo (uno o varios días). Tan pronto como ocurre la polinización, las escamas ovulíferas se cierran con lo que concluye el período receptivo al polen. Luego, durante un mes o menos, los conillos crecen considerablemente en longitud, diámetro y peso (húmedo y seco), hasta alcanzar casi 25 % del peso de los conos maduros (Kramer y Kozlowski, 1979; Kozlowski, 1971). Después de un alargamiento rápido, el crecimiento disminuye conforme se aproxima el invierno, cuando no muestran cambios hasta la primavera del año siguiente.

3.4. Silvicultura y manejo

En México se ha reproducido el pino piñonero en vivero a través de la semilla, la cual bien seleccionada ha demostrado un buen porcentaje de germinación (60 a 99%). Cuando la siembra es por repoblación directa en el campo, se recomienda hacer la siembra de la semilla en la temporada de lluvias para lograr una mayor supervivencia. Otra forma es por repoblación natural en los bosques de piñonero. En este caso los arbolitos crecen en forma más lenta. Otra forma de reproducción es obteniendo la planta en vivero y luego llevarla al terreno para su plantación. En este caso se llevan a cabo las labores culturales necesarias durante los primeros años, desde la selección y recolección de la semilla, secado, escarificación, producción en vivero y la plantación en el terreno, así como los cuidados necesarios para proteger a los arbolitos durante los tres primeros años (USDA, 1987, citado por López y Plascencia, 1998).

A continuación se mencionan una serie de prácticas culturales que se aplican en plantaciones de *Pinus cembroides*.

3.4.1. Manejo del suelo

La textura del suelo esencialmente no puede cambiarse mediante manipulación y, como resultado, la calidad del suelo es uno de los aspectos más importantes en el establecimiento de una plantación. La textura del suelo influye sobre la capacidad de retención de humedad y de nutrientes, así como en la compactación, erosión y otras características del suelo. La textura del suelo más apropiada varía con la especie, aunque los requerimientos de la mayoría de las especies se asemejan a los del *pinus taeda*, en cuyo caso existe evidencia de que los suelos margos arenosos depositados sobre un subsuelo desmoronable, como la arcilla arenosa, propician la floración (Gallegos, 1978). La compactación suele ser la causa de la disminución general del vigor y de la producción de semillas de una plantación y, si no se corrigen, pueden causar la muerte de los árboles debido a problemas de penetración de la raíz, de drenaje y a la excesiva concentración de sales en el área donde las raíces están concentradas.

3.4.2. Aclareo

El espacio insuficiente para el crecimiento es uno de los principales factores limitantes del crecimiento de un árbol, por lo que el potencial genético de un árbol puede no manifestarse por completo cuando crece en un rodal con densidad excesiva. En consecuencia, la práctica dasonómica del aclareo es una herramienta esencial si es que se desea obtener el máximo de ganancias genéticas a partir de líneas de árboles mejoradas. El aspecto más importante es que el árbol tenga suficiente espacio para poder crecer y expresar su potencial (Maki, 1969; Hofmann, 1974; Beck, 1975).

3.4.3. Poda

La elección de los árboles que van a podarse es importante (Brown, 1965). Conocer la herencia de la forma del fuste, de las características de las ramas y de la tasa de crecimiento, es fundamental al elegir los árboles que darán las mejores utilidades a través de la poda (Polge, 1969).

3.4.4. Fertilización

Es fundamental conocer la respuesta de la especie a los fertilizantes. Dicha información falta en el caso de rodales naturales o plantaciones de semilla colectada al azar, pero puede ser muy útil en el caso de plantaciones a partir de huertos semilleros. La fertilización, particularmente las aplicaciones de nitrógeno y fósforo, ha promovido el proceso de floración en casi todas las especies en las cuales se ha practicado, (Steinbrenner *et al.*, 1960; Webster, 1971; Jett y Finger, 1973; Greenwood, 1977; Hattemer *et al.*, 1977).

3.4.5. Riego

Al igual que la fertilización, el riego se utiliza en las primeras etapas de los huertos semilleros para mantener un crecimiento y vigor óptimos. Para lograr esto, el riego se utiliza en cualquier etapa durante el año en que el suelo está bastante seco. En un huerto de pino, tanto el riego como la fertilización fueron responsables de un incremento aproximado del 30% en la producción de semilla con respecto al área donde únicamente se aplicó fertilizante, y un incremento del 100% en comparación con el área donde no se practicó ninguno de estos procedimientos (Harcharik, 1981). En años de sequía, el riego puede significar la diferencia entre una buena o mala cosecha de semillas (Dewers y Moehring, 1970; Long *et al.*, 1974; Gregory *et al.*, 1982).

3.5. Causas de pérdidas en la producción de piñones

La problemática que enfrenta el *P. cembroides*, es muy variada dada su gran dispersión. La producción se ve afectada por una serie de factores de diversa índole, entre ellos se mencionan los siguientes:

3.5.1. Factores abióticos

Son incluidas en este rubro todas aquellas pérdidas debidas a factores abióticos tales como el viento, caída de los estróbilos ocasionada por la lluvia; pérdida de individuos por rayos, incendios, entre otros.

- **Incendios**

La revisión de la literatura demuestra que existen dos puntos de vista radicalmente opuestos en cuanto al supuesto efecto que tiene el fuego sobre el desarrollo de los pinares en México y en otros países de América intertropical. Un grupo de autores, como Loock (1950), Miranda (1952), Rzedowski y McVaugh (1966) consideran que los incendios son francamente perjudiciales para el desarrollo y la permanencia del bosque de pino, pues de no destruirlos impiden su regeneración, y piensan que su empleo desempeña un papel de suma importancia en la reducción de las áreas forestales.

Otros especialistas sostienen, por el contrario, que el fuego constituye en muchas partes un importante factor ecológico que contribuye al mantenimiento de estas coníferas frente a la competencia de otras especies menos resistentes a los incendios. El primero en proponer esta hipótesis para Centroamérica fue Cook (1909), quien basándose en hallazgos hechos en Guatemala de raíces de pinos en áreas actualmente ocupadas por vegetación más exuberante, supuso que en tiempos prehistóricos los pinares estaban aún más extendidos que ahora, debido a las intensas actividades de grandes poblaciones indígenas. Raíces semejantes se han localizado también en Honduras y en Nicaragua (Denevan, 1961), y en Chiapas, Miranda (1953), menciona haber encontrado restos de árboles de pino en medio del bosque tropical perennifolio.

Los incendios forestales representan un factor de alteración y destrucción muy importante, esto debido a que los árboles de piñonero, dado su bajo porte reciben

daños de grandes proporciones que los hace susceptibles a plagas y enfermedades o a la muerte misma, esto causado por las quemaduras.

El uso tradicional del fuego como instrumento de manejo de los pastos quizá ejercen en la actualidad mayor influencia sobre los pinares que la suma de todos los demás elementos de disturbio. Se calcula que cuando menos 80% de la superficie ocupada por este tipo de vegetación está sometida a incendios periódicos que dejan sus huellas en la corteza de los troncos.

- Ecología del fuego o adaptaciones

La composición de la comunidad y la distribución espacial de las especies leñosas entremezclados con especies del sotobosque pueden influir en el efecto de fuego sobre el piñón. A pesar de su delgada corteza, el pino piñonero maduro es relativamente resistente a la baja o moderada intensidad de incendios.

El piñón mexicano por más de 80 años ha sobrevivido al menos cuatro incendios, incluido uno de gravedad moderada, en el Parque Nacional Big Bend, Texas (Moir, 1982). Probablemente las plántulas se establecieron a partir de madrigueras de aves y roedores después del incendio.

El piñón mexicano pertenece a diversas comunidades con diferentes regímenes de incendios. Históricamente, los incendios se producían probablemente cada 10 a 30 años en bosques de juniperus- piñón. El fuego es la principal causa de la sucesión secundaria en estos bosques (Koniak, 1985).

- Efecto inmediato del fuego en la planta

Los incendios de baja intensidad matan a las plántulas y árboles jóvenes de piñón; los incendios intensos matan incluso árboles maduros (Covington y DeBano, 1990; Moir, 1982). Un incendio probablemente mata a las semillas, a menos que estén cubiertas con una capa aislante de suelo.

- Respuesta de la planta al fuego

El piñón mexicano probablemente se establece a partir de semillas almacenadas en escondites por las aves y pequeños mamíferos después de un incendio. Una serie (secuencia sucesional) propuesta para los bosques de piñón-junipero en las que se produce piñón mexicano sugiere que las plántulas de árboles se establecen, dentro de aproximadamente 30 años después del incendio (Evans, 1988).

En los estrechos cañones de la región montañosa entre Puebla, Veracruz y México los extensos bosques piñoneros, pueden llegar a cerrar las copas 20 años después del incendio (Segura y Snook, 1992).

- Consideraciones de manejo del fuego

A pesar de que varían con las diferencias del micrositio o el cierre del dosel, las cargas de combustible en hábitats de pinos piñoneros donde el piñón mexicano es el árbol principal suelen ser discontinuos y ligeros, dando lugar a fuegos bajos y frecuentes (McCune, 1988; Moir, 1982; Wright y Bailey, 1982).

La extinción de incendios y la reducción de la superficie de los combustibles por el pastoreo han provocado la invasión de los pastizales y chaparral de piñón (Covington y DeBano, 1990; Mueggler, 1976; Swetnam *et al.*, 1989; Wright y Bailey, 1982). Las quemadas prescritas pueden matar regeneraciones de plántulas y árboles jóvenes, menos de 4 pies (1.2 m) de alto (Block, 1992; Covington y DeBano, 1990). Un solo incendio puede reducir severamente la densidad de plántulas de piñón mexicano. Los árboles de piñón mexicano de 80 años o mayores de esa edad son más resistentes al fuego (Moir, 1982).

Incendios superficiales de baja intensidad a intervalos de 50 o 60 años reduciría el piñón mexicano, previniendo el desarrollo de los matorrales. Fuegos de intervalos mayores de 80 años permiten masas densas de piñón mexicano y la

acumulación de combustible. También hay un riesgo mayor de incendios severos de copa (Moir, 1982).

En estrechos cañones, las copas del piñón mexicano pueden sobreponerse ambos uno a otro y con vegetación herbácea en las pendientes. Incendios pequeños pueden convertirse fácilmente en incendios de copa. El Peligro de incendio puede ser reducido por aclareos (Segura y Snook, 1992).

Infecciones de muérdago enano en las masas de piñón mexicano pueden afectar las condiciones de riesgo de incendios por el aumento de la flamabilidad dentro de las copas y el aumento de los combustibles leñosos caídos (Hawksworth, 1978).

- **Climáticos**

La iniciación de primordios de conos femeninos se considera como una de las fases más importantes del ciclo reproductivo de una especie (Spurr y Barnes, 1982). Las fallas en la producción de estróbilos, o su producción intermitente, se atribuyen, en primer lugar, a problemas e incidentes durante la iniciación de sus primordios (Duff y Nolan, 1958). La variación en la temperatura y la precipitación en años sucesivos, puede influir en el proceso y alterar la cantidad de estructuras reproductoras que se forman. Por tal razón, conocer el fenómeno es requisito básico para entender los factores que afectan la iniciación de conos, la producción de estos y su posible inducción (Owens, 1986).

La iniciación de conos se define como la etapa detectable más temprana de la formación de primordios de los mismos y es sinónimo de diferenciación (Owens, 1984). Las fechas de iniciación varían entre especies y dentro de una misma especie ante diferentes ambientes (Gifford y Mirov, 1960; Mirov, 1967; Allen y Owens, 1972). Owens (1986), plantea el conocimiento de la variación de las fechas de iniciación como requisito para comprender los factores que afectan

dicho fenómeno, la posible inducción de conos, su desarrollo, la hibridación y la producción de semillas.

Varios autores (Mergen y Koerting, 1957; Gifford y Mirov, 1960; Lester, 1967) señalan que los cambios en las fechas de iniciación pueden variar de un año a otro a causa de fluctuaciones climáticas locales; según el último autor un ascenso en la temperatura puede acelerar el fenómeno.

Todo parece indicar que la fluctuación en el comportamiento de los elementos climáticos (temperatura y precipitación) influye en la iniciación de conos de diferentes maneras: a) aumentando la cantidad de primordios de cono que se inicia, cuando la temperatura es menor que el promedio (Forcella, 1978); b) acelerando la iniciación, mediante el ascenso de la temperatura (Laster, 1967); o c) atrasándola, cuando la precipitación se encuentra por debajo del promedio (Zavala, 1990).

Parece que las producciones de conos que sobrepasan el promedio van asociadas a condiciones anormalmente cálidas y secas y que tienen lugar al mismo tiempo que comienza la formación de los primordios (27 meses antes de la maduración de los conos) y con precipitaciones pluviales inusitadamente altas durante la floración (de 15 a 16 meses antes de la maduración de los conos).

En pinos, la relación que existe entre el clima y la formación de semillas varía según las especies, el sitio y la época del año (Daniel *et al.*, 1952).

Ángeles (1984), en un estudio sobre producción de semillas en un piñonar del estado de Hidalgo, encontró que la exposición suroeste se asocia positivamente en la producción de conos y semillas de *Pinus cembroides*; además, los suelos profundos y una mayor cobertura de la vegetación indican condiciones más favorables para la producción de conos y semillas. Dicho autor menciona también que las altas concentraciones de Calcio y Magnesio, así como el efecto abrasivo

del viento, tienen efectos negativos tanto en la planta como en la producción de conos y que la formación de semillas viables se ve afectada por la exposición y dirección del viento.

3.5.2. Factores bióticos

Este concepto Incluye también a todas las pérdidas originadas por factores humanos o de origen natural.

- **Factores antropogénicos**

Básicamente se debe al empleo de malas técnicas de cosecha o a la ausencia de éstas. Al dañar las ramas se está impactando en la producción futura que podría producir esa rama. Por otro lado, se incluyen también los actos de vandalismo y el empleo de individuos o parte de ellos en la obtención de otros bienes tales como la madera.

- **Litigios y tenencia de la tierra.**

Este factor definitivamente, en muchas de las áreas cubiertas con el piñonero es el de mayor importancia ya que auspicia la eliminación de esta especie en grandes superficies.

- **Los aprovechamientos domésticos**

Son otro factor de importancia variada, pudiendo ser muy fuerte en aquellas zonas cercanas a las poblaciones, en donde el impacto es mayor, que es común su utilización como material de construcción (vigas labradas, horcones, etc.) para postes de cerca y frecuentemente como leñas combustibles.

Además en la temporada decembrina, muchos habitantes de las ciudades lo utilizan clandestinamente como árboles de navidad.

- **El cambio de uso del suelo**

También es causa de destrucción de muchas áreas cubiertas de *Pinus cembroides* sobre todo en aquellos terrenos ondulados de baja pendiente.

- La cosecha anual de semilla

Ocasiona en muchos casos la destrucción de las yemas frutales de los años siguientes; esto provocado por la falta de técnicas apropiadas para el corte de los conos ya que estos son arrancados de cuajo. Debido a la creciente demanda de piñón, se han llegado a detectar algunos árboles derribados con el sólo propósito de cosechar los conos, esto realizado por gente ajena a los ejidos que llegan a saquear el recurso, dirigiendo su depredación sobre árboles con alta producción de conos.

- El sobrepastoreo

En algunas zonas es bastante notorio siendo el principal daño la casi eliminación de la renovación natural de la masa al compactarse el terreno y convertirse en una limitante mecánica para la germinación de las semillas.

• Factores de origen natural

Son las pérdidas ocasionadas por agentes tales como los insectos, aves y roedores, enfermedades; además de factores intrínsecos del arbolado.

- En floración

Daniel *et al.* (1982), indican que la fisiología de la floración en los arboles es un fenómeno muy complejo, y es posible que un solo sistema de control, ligado a un fitocromo y mediado por el florigeno (como el descrito para varias plantas anuales), no sea suficiente para explicar el fenómeno en los árboles. Tradicionalmente la floración está ligada a nivel de carbohidratos, de Nitrógeno y a la actividad hormonal de la planta.

Escasa formación de flores

Cuando la intensidad de floración masculina y femenina registra niveles muy bajos de incidencia a lo alto del árbol, esto repercute en la mala producción de piñón del año venidero. Esta escasa floración se atribuye básicamente a la

influencia de dos fenómenos climáticos: a la prolongación de los periodos de sequía y la falta de horas frío. En este sentido algunos fisiólogos como Bastin (1970), Daubenmire (1979), Weaver (1982) y Meyer (1976), dicen que lo que ocurre, es que, a la falta de cierta cantidad y calidad de luz y temperatura, el zinc no es funcional para la planta, por lo que no sintetiza al triptófano, que a su vez, es el que debe transformarse en ácido indolacético, mejor conocido como auxina, la cual es la hormona que regula el cambio de los meristemas vegetativos a meristemas reproductivos. Agregan los autores que, bajo estas condiciones climáticas, también se puede promover la presencia de la enzima oxidasa, y la del ácido abscísico, los cuales bloquean y destruyen las auxinas, inhibiendo así la producción de meristemas reproductivos y por consecuencia, la no formación de flores.

Desincronización de la floración

Este fenómeno ocurre cuando la presencia de floración masculina y femenina no coincide en las mismas fechas, dando como resultado una falsa polinización y por ende una baja formación de conillos, o estos se desarrollan débilmente fecundados.

Se ha visto que las flores masculinas retardan su emergencia de un mes a mes y medio posterior a la de los estróbilos o conillos femeninos, por lo que estos a medida que crecen, cierran sus escamas sin haber sido debidamente polinizados, dando lugar a que se presenten más adelante otras irregularidades, como la caída prematura de conillos, o la formación de semilla vana.

Se cree que la desincronización de la floración está estrechamente ligada con la prolongación de los periodos de sequía y a la falta de horas frío, ya que cuando se presenta este fenómeno se ha observado que coincide con los años donde han aparecido estas condiciones climáticas.

Sin embargo, Daubenmire (1979), dice que para el caso de plantas que son de polinización cruzada, como lo es el *Pinus cembroides*, para evitar el impacto negativo de la incompatibilidad polínica, han desarrollado un sistema de polinización dicogénica, donde existe una desincronización en el tiempo de las incidencias florales femeninas y masculinas de un mismo árbol para evitar así la autopolinización; aunque se cree que este periodo de desincronización no debe ser tan largo como el caso que se observa en *Pinus cembroides*, en donde esta situación pudiera estar acarreado más daños que beneficios.

- En fructificación

Escasa formación de conillos

La escasa formación de conillos en un año determinado, resulta básicamente de los problemas que representa en la etapa de floración, esto es, la escasez y la desincronización de la floración. Sin embargo la literatura atribuye este problema a diferentes causas, entre las que se mencionan, la caída de flores, ocasionada por daños de granizo, heladas tardías y ataques de insectos. También se le atribuye a la no realización de forma natural, del proceso de polinización, a la ausencia de agentes polinizadores, a la falta de polen fértil, a la incompatibilidad polínica o a la irregularidad del proceso hormonal (Salisbury, 1969; Devlin, 1980; Weaver, 1982; Bañuelos, 1985; Cortés, 1985).

Aborto por causas fisiológicas

En cuanto a la caída natural o fisiológica de los conillos se reporta que se debe a una falta de auxinas y hormonas, lo cual permite la actividad del ácido abscísico que genera la abscisión del pedúnculo. El zinc es el elemento básico que sintetiza el triptófano, el cual se transformará en ácido indolacético, conocido como auxina (Flores y Díaz, 1987).

Conos con semilla vana

Se han detectado casos con un porcentaje muy elevado de semillas vanas, oscilando frecuentemente entre 40 y 95% de la recolección total (Arceo y Cibrian 1980; Del Río, 1980; González *et al.*, 1984; Flores, 1988).

Este fenómeno en muchas ocasiones se le interpreta también como una situación fisiológica natural, algunos autores lo atribuyen a las circunstancias siguientes: 1) a que el polen no germina después de la polinización (esterilidad); 2) a que el tubo polínico crece muy lentamente para que se cumpla la fertilización, o bien, se rompe antes de alcanzar el saco embrionario; 3) a que el huevo fertilizado aborta en la etapa de la división celular; 4) al efecto de la autopolinización (incompatibilidad polínica); 5) a la deficiencia de Zinc e irregularidad en el proceso hormonal; 6) al ataque de plagas y otros organismos (Bastin,1970; Baidwell,1979; Wilkins,1969; Meyer,1976; Wain,1979).

Mortalidad de conillos por caída natural

Generalmente, y aun cuando la formación de conillos ocurre en forma normal y abundante, un porcentaje muy elevado de éstos mueren antes de llegar a la madurez fisiológica, eliminándose, en ocasiones, hasta el 97 % de los conillos formados (Flores y Díaz, 1987).

De acuerdo a observaciones, se ha podido constatar de que por este concepto, se pierde del 35 al 43% de la producción de conos, siendo más notoria esta situación en los árboles de menores dimensiones dasométricas, y cuando los árboles tienen una abundante carga de conillos (Flores y Díaz, 1987).

Calderón (1983), señala que en casi todos los árboles frutales se presentan tres caídas de frutos de origen fisiológico durante su desarrollo. En *Pinus cembroides* la primera caída se presenta desde recién realizada la fecundación con el desprendimiento de los estróbilos, prolongándose hasta tres o cuatro meses después, Esta caída la considera el autor como benéfica, dado que representa

una especie de aclareo natural de frutos, permitiendo al árbol desprenderse del exceso de ellos y evitar la competencia nutritiva. La segunda caída se presenta a mediados de la fructificación, cuando el conillo tiene entre 8 y 10 años de edad. Los fisiólogos dicen que esta caída tiene su origen en el cese del desarrollo del embrión, dada la competencia nutritiva que se establece entre los frutos y entre éstos y otros órganos del vegetal; además, la atribuyen a la falta de un buen suministro de agua y a una inadecuada fertilización nitrogenada. La tercera caída se presenta próxima a la maduración de los conillos, entre los 14 y 16 meses de edad, la cual algunos autores la atribuyen a causas físicas como el peso o volumen de los frutos, pero lo más factible es una irregularidad en el mecanismo hormonal en el endospermo de la semilla, lo cual permite la actividad del ácido abscísico del pedúnculo del fruto y la caída del mismo.

- En semillas

Daniel *et al.* (1982), mencionan que es normal esperar que los ciclos de los patrones climáticos tengan algo que ver con la determinación de la periodicidad en la producción de semillas. El fenómeno, para el caso del piñonero, se ha calificado como irregular. La proposición ambiental para explicarlo indica que la concurrencia de factores ambientales erráticos actúa como agentes disparadores (Forcella, 1981, citado por García *et al.*, 1987).

Consumo de semillas por aves y roedores

En cuanto a las aves, se han identificado cuatro especies de córvidos que se alimentan de la semilla del piñonero: *Nucifraga columbiana*, *Gymnorhinus cyanocephala*, *Aphelocoma coerulescens* y *Cyanocitta stelleri* (Gottfried, 1986).

Vander Wall y Balda (1977, citados por Gottfried, 1986), estudiaron la coadaptación de *Nucifraga columbiana* y *P. edulis* cerca de Flagstaff, Arizona, Dichos autores Mencionan que *Nucifraga columbiana* tiene un buche expandible que le permite llevar un promedio de 55 piñones por cada viaje. Se afirma que una

parvada de 150 pájaros puede acarrear entre 3.3 y 5 millones de semillas en el otoño de un buen año semillero.

Ligon (1978, citado por Gottfried, 1986) llevó a cabo un estudio similar de las interrelaciones de *Gymnorhinus cyanocephala* y *P. edulis* en la parte central de Nuevo México, y encontró que estas especies, que son ligeramente más pequeñas, pueden llevar un promedio de 30 piñones en el buche. Asimismo, estimó que una parvada de 250 pájaros puede acarrear 30,000 semillas en un sólo día.

Entre las aves reportadas para las cercanías de Saltillo, Coah. con hábitos espermatofagos figuran los grajos azules (*Aphelocoma ultramarina*) y guacamayas enanas (*Rhynchopsitta terrisi*) que han sido observadas causando estragos en el último mes de desarrollo de los conos, es decir cuando inicia la apertura, (Flores y Díaz, 1987). Otras aves reportadas son *Aphelocoma coerulescens*, *Corvus corax*, *Zenaida asiatica*, *Z. macroura*.

Entre los roedores se encuentran *Peromyscus difficilis*, *P. maniculatus* y *Sciurus oculatus*. Estos datos se obtuvieron en San Luis Potosí (Martínez *et al.*, 1989). Capó (1971, en Castillo, 1997) menciona que en el ejido Pablillo, Galeana, N.L., las ratas de campo almacenan hasta 2 kg de semillas en sus madrigueras y Phillips (1909, citado por Gottfried, 1986) reporta que las ratas de montaña (*Neotoma spp.*) pueden almacenar de 30 a 70 piñones de buena calidad.

Juárez de la Fuente (2006), reporta las especies de *Neotoma goldmani*, *Peromyscus patoralis*, y *Chaetodipus nelsoni* albergados en hábitats de la especie piñonera de *Pinus pinciana*, donde la especie de mayor abundancia es *P. gratus gentilis* con 68.1 % y la especie con menor abundancia es *Neotoma goldmani* con 3.7%.

Insectos

Los insectos constituyen el factor biótico más importante que posee la capacidad de reducir la producción de frutos y semillas en los bosques. Su impacto puede llegar a ser considerable ya que una de las consecuencias de la falta de semilla es la falta de regeneración. Económicamente afecta a los campesinos ya que las ventas de piñón disminuyen y los obliga a buscar otras fuentes para entrada de dinero.

Son relativamente pocos los insectos que atacan las yemas reproductivas y los conos femeninos inmaduros de las coníferas, pero muchos los que dañan o destruyen los conos y los frutos. El tipo más común de daño a la semilla es el que resulta de la alimentación de las larvas de palomillas y gusanos en el interior de los conos, semillas y frutos (Daniel *et al.*, 1982).

Flores (1987, 1989), realizó una tabla de vida e identificó los factores de mortalidad que afectaban al *Pinus cembroides*. Reportó 4 especies importantes de insectos que contribuyeron directamente a la mortalidad de los conos del cembroides en Galeana N.L.: *Conophthorus cembroides*, *Leptoglossus occidentalis*, *Retinia arizonensis* y *Eucosma bobana*.

Turgeon *et al.* (1994), describen la existencia de dos grandes categorías reconocidas actualmente. Los insectos que se alimentan o se desarrollan solo en los conos (y/o semillas) a los que se denomina conófitos; y aquellos que se alimentan y/o desarrollan en otros hábitats, pero que se alimentan de conos y semillas cuando están disponibles, a los que se denomina como heterófitos. Además mencionan tres patrones en la explotación del hábitat que son reconocidos: a) conófagos, que se alimentan de los tejidos del cono y brácteas, generalmente sin dañar directamente las semillas; b) cono espermatófagos, que consumen los tejidos del cono y las semillas y c) espermatófagos, los cuales se desarrollan por completo en las semillas, son considerados como los más especializados.

La heterogeneidad temporal en la producción de conos puede constituir el más importante mecanismo regulativo en la dinámica de las poblaciones conófitas. El temprano aborto y muerte de conos en desarrollo ocasionados por insectos puede ser un proceso de retroalimentación positiva que mejora o habilita la iniciación de yemas productoras de conos, lo cual incrementa la abundancia de recursos en el futuro para los insectos. Se han estudiado las relaciones entre la fenología de los árboles y el tiempo de colonización (Flores, 1987; Flores, 1989; entre otros). Tales estudios determinan que la colonización ocurre durante ciertas fases en el desarrollo de los conos.

El mecanismo que capacita a los insectos para sincronizar la colonización con las diferentes fases del ciclo reproductivo de los árboles no está bien entendido todavía en la actualidad. La variación en el nivel de daño puede ser atribuida a la variación de la abundancia de conos (Flores, 1987; Turgeon *et al.*, 1994).

Generalmente ocurre una relación inversa entre la proporción de daños causados por insectos y los cambios en el tamaño de la cosecha cuando hay un incremento en la abundancia de conos que propicia el incremento en la población insectil y su capacidad de atacar conos. Las poblaciones conófitas son reguladas por la disponibilidad de alimento para las larvas, pudiendo incrementarse substancialmente con la abundancia de alimento. Los insectos han desarrollado adaptaciones etológicas a la heterogeneidad espacial y temporal de los conos, así como para reducir la competencia por un recurso limitado. Tales adaptaciones no aseguran la supervivencia de toda la población, pero sí la de algunos individuos. Algunas especies atacan una variedad de hospederos, mientras que otras explotan diferentes estructuras de los árboles. Otros realizan vuelos de dispersión para localizar rodales productores de conos; además que algunas hembras conófitas regulan la puesta de huevecillos por cono según la cantidad de recurso disponible. La estrategia más común adoptada por los conófitos que atacan coníferas de ciclos de dos años es la de prolongar la diapausa. Lo mismo hacen los parasitoides y los depredadores especializados.

A continuación se mencionan los insectos reportados como dañinos para el *Pinus cembroides*, el área de afectación, así como su manejo.

a) Insectos de conos y semillas

***Leptoglossus occidentalis* Heidernann Hemiptera: Coreidae**

Daños: Las ninfas y adultos causan daños en los conillos y conos en que se alimentan, las ninfas de los primeros instares provocan el aborto de conillos; en cambio, cuando se alimentan de conos en crecimiento, dañan a las semillas sin afectar todo el cono. Los adultos también pueden alimentarse de conillos y llegan a causar el aborto de algunos de ellos. En los que no abortan, las semillas afectadas presentan el endospermo colapsado. Cuando los adultos se alimentan de las semillas de conos de segundo año, éstas quedan vacías o con el embrión parcialmente dañado, lo que depende de la fecha e intensidad en que son atacados.

Importancia: Por su amplio rango de hospedantes y distribución geográfica, se le considera como una de las plagas más importantes en conos y semillas de pinos. En *P. cembroides* reduce hasta en un 30% de la cosecha total de piñón.

Manejo: El uso de insecticidas sistémicos, inyectados en el fuste o aplicados al suelo constituye la medida de control ecológicamente más aceptable y puede ser usada para árboles de diferentes tamaños. En árboles de menos de 15 m de altura se tiene la opción adicional de aplicar insecticidas de contacto. Los tratamientos se deben realizar cuando los conillos están creciendo para formar conos. Se debe tener especial cuidado en el uso de insecticidas en piñoneros puesto que son para consumo humano.

***Conophthorus* spp. Coleoptera: Scolytidae**

En este género se encuentran las especies de insectos más dañinas a los conos y semillas de los pinos de México.

Daños: Ataca y destruye conillos, conos y semillas de 23 especies de *Pinus* además de los daños que causa de manera directa a la producción de semillas, puede afectar la densidad de regeneración en rodales sometidos a tratamiento silvícola de árboles padre.

Importancia: En las áreas piñoneras el principal factor de mortalidad de conos es *C. cembroides*.

Manejo: En áreas y huertos semilleros, o en rodales con tratamiento de árboles padres, se recomienda como una práctica cultural la recolección y quema de los conos y conillos que fueron atacados por el insecto, algunos de los cuales permanecen en el árbol. Un gran porcentaje de ellos caen al suelo y es cuando se pueden destruir con esta práctica. El control químico se realiza a través de la aplicación de insecticidas de contacto y sistémicos; en el primer caso, las aspersiones de productos de acción prolongada que se dirigen a la copa durante la primavera, actúan sobre la población que está en vuelo atacando a conos de dos años de crecimiento; se debe realizar otra aplicación a finales del otoño cuando atacan a conillos. Los sistémicos se pueden aplicar a través de inyecciones al fuste o aplicados al suelo al inicio de la primavera, al momento de la polinización.

***Dioryctria erythropasa* (Dyar); *D. pinicoiella* Amsel Lepidoptera: Pyralidae**

Daños: Por efecto de la barrenación se causa la muerte de los conos o de partes de ellos. Por el ataque ocurre un cambio de color que es fácilmente reconocible, ya que el cono adquiere tonos rojizos en la parte afectada. El orificio de entrada sirve como evidencia de ataque, ya que casi

siempre se presenta en la parte media del cono y está cubierto por un grumo de resina mezclado con excremento.

Importancia: Estas especies son las principales plagas de conos que se encuentran en el género. En estudios de tablas de vida se ha demostrado que causan la muerte de hasta el 30% de la cosecha de conos. *Dioryctria erythropasa* puede ser de importancia en la producción de semillas de *P. michoacana* y *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Manejo: En huertos y áreas semilleras la aplicación de insecticidas de contacto al principio de la primavera contribuye a la protección de la cosecha.

***Eucosma bobana* Kearfott Lepidoptera: Tortricidae**

Daños: Al alimentarse dentro de los conos las larvas destruyen escamas y semillas y hacen túneles en un patrón al azar; las larvas expulsan el excremento hacia el exterior de tal forma que las evidencias del ataque son la presencia de excremento con hilos de seda que cubre a un orificio circular de 3 mm de diámetro en la superficie; los conos dañados se observan de una coloración café rojiza en forma total o parcial.

Importancia: En los bosques de piñón se le considera como el tercer factor biótico de mortalidad de conos en *Pinus cembroides* en algunos lugares puede dañar un 5% de la cosecha, por lo que se le considera de mediana importancia.

Manejo: El manejo de este insecto se justifica en aquellos rodales dedicados a la producción de piñón, en los que se pueden aplicar insecticidas de contacto. Las aplicaciones de químicos contra *Conophthorus edulis* y *Leptoglossus occidentalis*, también actúan contra *E. bobana*.

***Contarinia* spp. Diptera: Cecidomyiidae**

Daños: La especie de *Contarinia* que infesta a los pinos piñoneros causa la muerte de los conos, aunque algunos de ellos logran continuar su crecimiento y en este caso las semillas afectadas mueren. Las agallas que se producen en los conillos están formadas por las escamas adyacentes que rodean a las larvas y generalmente son cuatro; dichas escamas crecen hasta formar una estructura semiglobosa, que puede ser mayor al tamaño de todo el conillo. En el centro de la agalla se encuentran las larvas.

Importancia: La mayoría de estas especies causan daños ligeros, que se acumulan al de otras especies de insectos de conos. *Contarinia* causa la muerte del 4 al 21% de los conos.

Manejo: Este insecto puede ser manejado mediante insecticidas sistémicos, los cuales deben ser asperjados a los estróbilos femeninos después de la polinización, o bien a los conillos que iniciarán el crecimiento de segundo año. Ambos eventos suceden entre los meses de abril y mayo.

b) Insectos de brotes y yemas.

***Retinia arizonensis* (Heinrich) Lepidoptera: Tortricidae**

Daños: Al inicio la galería no es conspicua y es fácilmente observable hasta principios de otoño. Frecuentemente la ramilla muere dando una apariencia de bandera roja en la copa del árbol. La pérdida de conos resultante de la muerte de las ramillas no es significativa (menos de 1%). Una consecuencia del daño es la deformación de la copa, particularmente cuando es afectado el brote principal.

Importancia: Puede causar daños significativos cuando afecta el brote principal, pero debido a que esto ocurre en un porcentaje mínimo se considera de poca importancia.

Manejo: Existe un alto nivel de parasitismo que reduce la densidad de población hasta en el 37%. Entre los parasitoides más importantes están *Itopectis evetrae* Viereck y *Exeristes comstockii* (Cresson) (Ichneumonidae), así como *Urophyllopsis* sp. (Tachinidae).

Montoya (1989), menciona que una fauna bien conservada es una herramienta valiosa, la cual puede ayudar al combate de insectos perjudiciales a los piñoneros. Destacándose los herrerillos y carboneros, además abubillas, cocos, urracas y cuervos, lirón, murciélagos, hormigas rojas, avispas, cigarras, arañas, tijeretas, mariquitas.

Cuadro 4. Principales productos para combatir insectos consumidores de frutos y semillas en fuentes semilleras.

Nombre común	Nombre comercial	Grupo químico	Modo de acción	Toxicidad ¹ y categoría
Acefato	Acefato, Orthene, Pillartene	Organofosforado	Sistémico, Estomacal y contacto	Baja III
Azifos metil	Azimid, Gusagrex, Gusathion, Guthion	Organofosforado	Contacto y estomacal	Alta Ib
Bifentrina	Brigade, Talstar	Piretroide	Contacto y estomacal	Moderada II
Carbaril	Devircarb, Carbamine, SevinRavyon	Carbamato	Sistémico	Moderada II
Carbofuran ²	Carbofuran, Curater, Curator, Furadan, Pillarfuran, Carbugran	Carbamato	Sistémico, estomacal, contacto	Alta Ib
Clorpirifos	Agromil, Clorpirifos, Dursban, Kaysban, Lorcoop, Lorsban, Pirinex, Pest band, Soluthion	Organofosforado, Clorado	Contacto, estomacal y respiratorio	Moderada II
Dimetoato	Dantox, Dimetoato, Folimat Perfektion, Rogor	Organofosforado	Sistémico, contacto y estomacal	Moderada II
Endosulfan	Brokacoop, Endosulfan, Nebution, Thiodan, Thiodex, Thiomex	Organoclorado	Contacto y estomacal	Moderada II
Esfenvalerato	Asana, Halmark, Sumi-alfa	Piretroide	Contacto y estomacal	Moderada II

Fenvalerato	Belmark, Pydrin, Fenkill, Sumifleece, Sumifly, Tribute	Piretroide	Contacto y estomacal	Moderada II
malation	Belation, Dosema, K-Thion, Malathion	Organofosforado	Contacto, estomacal y respiratorio	Ligera III
Monocrotofos	Azodrin, Crotonox, Formudrin, K-drin, Marmaphos, Monocrotofos, Nuvacron, Pillardrin, Vanucoop	Organofosforado	Sistémico, contacto y estomacal	Alta Ib
Permetrina	Ambush, Megaton, Permetrina, Piretox, Pounce, Talcord	Piretroide, Clorado	Contacto y estomacal	Moderada II
Notas: especificaciones de los plaguicidas Tomadas de Castillo <i>et al.</i> (1995). ¹ Clasificación de la OMS de acuerdo al grado de peligrosidad de los plaguicidas. Categoría Ib: muy peligroso, II: moderadamente peligroso III: poco peligroso ² Uso restringido en los países centroamericanos.				

Se recomienda juntar y quemar las piñas infestadas, mantener los rodales debidamente aclarados, no repoblar lugares inadecuados y destruir los restos de corta (Montoya, 1989).

Enfermedades

Las enfermedades más importantes son aquellas que atacan la porción vegetativa de la copa y, por lo tanto, afectan la producción de semillas al ocasionar una reducción general del vigor. Las enfermedades, como las royas de los conos, nunca llegan a destruir por completo la cosecha, pero el problema puede ser muy serio en las áreas de producción de semillas de alto valor económico (Daniel *et al.*, 1982).

3.6. Un método de estudio

3.6.1. Tablas de Vida

La tabla de vida, es un método para calcular el tiempo de vida previsto para una población de individuos en una edad determinada; o sea, es una manera sinóptica y sintética de plasmar en forma cuantitativa y cualitativa, la probabilidad que tiene un individuo de llegar a una edad "X", sometido a una

serie de factores de mortalidad, o que al menos limitan su desarrollo potencial (Southwood, 1968; Soria, 1976). Su uso según Rabinovich (1980), depende del tipo y objetivos del estudio, ya sea que se trate de una tabla de vida específica por edades u horizontal, o una tabla de vida temporal o vertical; sin embargo, la información básica de su estructura incluye los datos relacionados con la edad de los individuos, tasa de mortalidad y sobrevivencia de individuos por intervalo de observaciones, factores de mortalidad y, finalmente, la esperanza de vida para los individuos vivos desde el inicio de las observaciones.

Ejemplo de tabla de vida para conos y semillas de *Pinus cembroides*

En el cuadro 5, se muestran los datos relacionados al cálculo de la tabla de vida para conos de *P. cembroides* y sus factores de mortalidad. Como puede observarse, la esperanza de vida (e_x) se va reduciendo paulatinamente a medida que avanza la edad de los conillos, siendo que para los conillos del primer mes y bajo las presiones de mortalidad existentes, se le estima una esperanza de vida de 7.5 meses, que prácticamente están destinados a morir por no completar su madurez fisiológica que es de 17 meses. La misma situación se puede pronosticar para los conillos avanzados hasta 14 meses de edad, siendo que los únicos conillos que tienen probabilidad de éxito son los que rebasan la edad de 15 meses o el mes de julio, ya que éstos tienen una esperanza de vida de 2 meses, justo lo que les falta para complementar su madurez fisiológica.

Cuadro 5. Tabla de vida para conos de *Pinus cembroides*. Ej. El Cedrillo, Saltillo, Coah. 1984-1985 (Flores y Díaz, 1986).

x	lx	dx	Fdx	qx	Lx	Tx	ex
1984							
Mayo	4503	97 <u>29</u> 126	<i>Phyllophaga</i> sp. Factores fisiológicos	.02798	4 400	34 113.5	7.5757
Junio	4377	109	Factores fisiológicos	.02490	4 322.5	29 673.5	6.7794
Julio	4268	1019	Factores fisiológicos	.23875	3 758.5	25 351	5.9397
Agosto	3249	430 82 <u>55</u> 667	<i>Conophthorus cembroides</i> <i>Cecidomyia</i> sp. Factores fisiológicos	.17451	2 965.5	21 592.5	6.645
Septiembre	2682	225 <u>5</u> 230	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos	.08575	2 567	18 627	6.945
Octubre	2452	221 <u>6</u> 227	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos	.09257	2 338.5	16 060	6.549
Noviembre	2225	222 5 <u>7</u> 234	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos Error experimental	.10516	2 108	13 721.5	6.166
Diciembre	1991	26 <u>15</u> 41	<i>Conophthorus cembroides</i> Error experimental	.02059	1 970.5	11 613.5	5.832
1985							
Enero	1950	17 <u>12</u> 29	<i>Conophthorus cembroides</i> Error experimental	.1487	1 935.5	9 643	4.945
Febrero	1921	21 <u>4</u> 25	<i>Conophthorus cembroides</i> Error experimental	.013301	1 908.5	7 707.5	4.0122
Marzo	1896	92 4 <u>2</u> 98	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos Error experimental	.05168	1 847	5 799	3.058
Abril	1798	99 39 7 8	<i>Conophthorus cembroides</i> <i>Leptoglossus occidentalis</i> <i>Cecidomyia</i> sp. Factores fisiológicos	.08620	1 720.5	3 952	2.197

		<u>2</u>	Error experimental				
		155					
Mayo	1643	766	<i>Conophthorus cembroides</i>	.61229	1 140	2 231.5	1.358
		164	<i>Leptoglossus occidentalis</i>				
		27	<i>Eucosoma</i> sp.				
		19	<i>Cecidomyia</i> sp.				
		<u>30</u>	Factores fisiológicos				
		1006					
Junio	637	88	<i>Conophthorus cembroides</i>	.52433	1 140	2 231.5	1.358
		172	<i>Leptoglossus occidentalis</i>				
		17	<i>Eucosoma</i> sp.				
		7	<i>Cecidomyia</i> sp.				
		<u>50</u>	Factores fisiológicos				
		334					
Julio	303	2	<i>Conophthorus cembroides</i>	.37953	454.5	621.5	2.051
		63	<i>Leptoglossus occidentalis</i>				
		<u>50</u>	Factores fisiológicos				
		115					
Agosto	18.8	1	<i>Conophthorus cembroides</i>	.1755	171.5	376	2.0
		6	<i>Leptoglossus occidentalis</i>				
		17	<i>Eucosoma</i> sp.				
		<u>9</u>	Factores fisiológicos				
		33					
Septiembre	155	20	<i>Eucosoma</i> sp.	.18064	141	204.5	1.31
		<u>8</u>	Pájaros				
		28					
<hr/>							
Conos sobrevivientes	127				63.5		
<hr/>							

La estimación de semilla dañada en conos próximos a madurar, se muestra en el Cuadro 6. Como puede observarse, de 1 788 conos dañados, se estimó una cantidad de 19 579 semillas dañadas por los diferentes factores de mortalidad, entre los que sobresalen *Conophthorus cembroides* y *Leptoglossus occidentalis* con 53.71% y 24.38% de mortalidad, respectivamente. Las únicas semillas sanas obtenidas en el presente estudio fueron 89, de un total de 127 conos cosechados finalmente.

Cuadro 6. Estimación de semilla dañada por diferentes factores en conos de *Pinus cembroides* maduros y próximos a madurar. Ej. El Cedrito, Saltillo, Coah. 1984-1985 (Flores y Díaz, 1986).

Factores de Mortalidad	Número de conos dañados	Semilla dañada		Semillas sanas
		Núm.	%(**)	
<i>Conophthorus cembroides</i> (*)	956	10516	53.71	
<i>Leptoglossus occidentalis</i>	434	4774	24.38	
Factores fisiológicos (frutos caídos)	135	1485	7.58	
Semillas vanas en Frutos cosechados	127	1308	6.68	89
<i>Eucosoma</i> sp.	95	1045	5.34	
<i>Cecidomyia</i> sp.	33	363	1.85	
Pájaros	8	88	0.45	
Total	1788	19579	100	89

(*) La mortalidad ejercida por *Conophthorus cembroides* se considera indirecta dado que su daño primario consiste en matar el cono y en consecuencia la semilla
(**) Se estimó en función del total de semilla producida en 1788 conos.

Partiendo de esta última cifra, en el Cuadro 6 se muestra una estimación hipotética de la producción de semilla llena y dañada que puede presentarse en *P. cembroides* bajo estas condiciones. Es decir, si se considera que los 4,503 conillos inicialmente marcados, llegaran todos a su madurez fisiológica, formarían un total de 49,462 semillas, pero, dados los problemas estrictamente de carácter fisiológico, sin incluir daños de agentes biológicos, el 93.6% de ellas, o sea 46,296 semillas, resultarían vanas, y sólo el 6.4%, o sea 3,165 serían llenas. Esta situación revela la fuerte presión a que está sometido el desarrollo del *P. cembroides* en esta área.

Cuadro 7. Estimación hipotética de la producción de semilla llena y dañada partiendo de 127 conos sobrevivientes en *Pinus cembroides* Ej. El Cedrito, Saltillo, Coah. 1984-1985 (Flores y Díaz, 1986).

	Conos observados	Semillas formadas (*)	Semillas vanas		Semillas llenas		Producción en g (**)
			Núm.	%	Núm.	%	
Muestra inicial sin daños	4503	49 462	46 296	93.6	3 165	6.4	1 700
Total de conos dañados	4376	48 136	48 136	100	0	0	0
Total de conos sobrevivientes	127	1 397	1 308	93.6	89	6.4	47

(*) Considerando una media de 11 semillas por cono que fue estimada preliminarmente

(**) 1 900 semillas equivale a 1 kg.

IV. RESULTADOS

Los pinos piñoneros empiezan a producir aproximadamente a los 25 años, pero la producción no alcanza su nivel comercial, sino hasta los 40 años. La producción de semilla es mayor, más consistente y más temprana al sur de su distribución; la precocidad es mayor en los sitios cálidos y secos con exposición sur y se determina por la producción anual de yemas abortadas; esto está bajo la influencia del metabolismo del árbol y los factores climáticos.

La producción de conos de un genotipo particular está influida por el desarrollo y el vigor de la copa y por la clase de árbol o su posición dentro del dosel, árboles dominantes que tienen copas vigorosas bien desarrolladas y considerablemente expuestas a la luz son notables productores de semilla.

El ciclo reproductivo en *Pinus* se compone de cuatro etapas: iniciación de conos, polinización, fertilización y diseminación. En coníferas, el tiempo entre iniciación de conos femeninos y madurez de semillas varía de 15 a 27 meses, período que cubre el ciclo reproductivo completo.

Los piñoneros presentan el ciclo de tres años tipo I, se han propuesto tres ciclos reproductivos: ciclo de dos años, ciclo de tres años tipo I y ciclo de tres años tipo II. El ciclo del tipo I se distingue en que la fertilización ocurre un año después de la polinización; en el tipo II, en el mismo año de polinización.

La producción de piñón se ve afectada por una serie de factores abióticos y bióticos tales como incendios, enfermedades, variación de temperatura y precipitación, exposición, vientos, aves, roedores, insectos, factores intrínsecos de la planta y factores antropogénicos.

La composición de la comunidad y la distribución espacial de las especies leñosas entremezclados con especies del sotobosque pueden influir en el efecto

de fuego sobre el piñón. El pino piñonero maduro es relativamente resistente a la baja o moderada intensidad de incendios. Los incendios de baja intensidad matan a las plántulas y árboles jóvenes de piñón; los incendios intensos matan incluso árboles maduros.

Las enfermedades más importantes son aquellas que atacan la porción vegetativa de la copa y, por lo tanto, afectan la producción de semillas al ocasionar una reducción general del vigor.

En pinos, la relación que existe entre el clima y la formación de semillas varía según las especies, el sitio y la época del año. La variación en la temperatura y la precipitación en años sucesivos, puede influir en el proceso de producción y alterar la cantidad de estructuras reproductoras que se forman. Las producciones de conos que sobrepasan el promedio van asociadas a condiciones anormalmente cálidas y secas y que tienen lugar al mismo tiempo que comienza la formación de los primordios. La exposición suroeste influye favorablemente en la producción de conos y semillas.

El efecto abrasivo del viento, tienen efectos negativos tanto en la planta como en la producción de conos y la formación de semillas viables se ve afectada por la exposición y dirección del viento.

Los aprovechamientos domésticos pueden afectar gravemente en aquellas zonas cercanas a las poblaciones.

El cambio de uso del suelo es causa de destrucción de muchas áreas cubiertas de *Pinus cembroides*.

La cosecha anual de semilla ocasiona la destrucción de las yemas frutales de los años siguientes, se han encontrado árboles derribados con el sólo propósito de cosechar los conos.

La casi eliminación de la renovación natural se debe principalmente al sobrepastoreo.

La floración está ligada al nivel de carbohidratos, de Nitrógeno y a la actividad hormonal de la planta y se atribuye básicamente a la influencia de dos fenómenos climáticos: a la prolongación de los periodos de sequía y la falta de horas frío. El Zinc no es funcional para la planta cuando falta cierta cantidad y calidad de luz y temperatura, por lo que no se forman auxinas, la cual es la hormona que regula el cambio de los meristemos vegetativos a meristemos reproductivos.

Las especies de aves que han identificado que se alimentan de la semilla del piñonero son: *Nucifraga columbiana*, *Gymnorhinus cyanocephala*, *Aphelocoma coerulescens* y *Cyanocitta stelleri*, *Aphelocoma ultramarina*, *Rhynchopsitta terrisi*, *Corvus corax*, *Zenaidura macroura* y *Z. macroura*. Entre los roedores se encuentran *Peromyscus difficilis*, *P. maniculatus* y *Sciurus oculatus*, ratas de campo y *Neotoma spp.*

La variación en el nivel de daño por insectos puede ser atribuida a la variación de la abundancia de conos. Los insectos reportados son: *Conophthorus cembroides*, *Leptoglossus occidentalis*, *Retinia arizonensis*, *Eucosma bobana*, *Dioryctria erythropasa* y *Contarinia spp.*

La tabla de vida es un método para calcular el tiempo de vida previsto para una población de individuos en una edad determinada, su uso depende del tipo y objetivos del estudio.

Cuadro 8. Factores que afectan la producción de piñón.

		Efecto	Cita - No. autores	
Factores abióticos	Incendios	<p>Muy perjudiciales</p> <p>Representan un factor de alteración y destrucción muy importante El piñón de 80 años es resistente a este factor, mata a la semilla en el suelo, las cargas de combustible discontinuos y ligeros dan lugar a fuegos bajos y frecuentes, su acumulación origina incendios ceberos Principal causa de la sucesión secundaria De baja intensidad pueden matar a plántulas y arboles jóvenes. Su extinción y la reducción de combustibles por el pastoreo han provocado la invasión de los pastizales y chaparral.</p> <p>Los aclareos reducen el peligro por incendios El muérdago y los combustibles leñosos afectan las condiciones de riesgo.</p>	<p>Loock, 1950; Miranda, 1952; Rzedowski y McVaugh, 1966.</p> <p>Cook, 1909.</p> <p>Moir, 1982.</p> <p>Coniak, 1985.</p> <p>Covington y DeBano, 1990.</p> <p>Segura y Snook, 1992 Hawksworth, 1978</p>	12
	Climáticos	<p>La variación en temperatura y precipitación influyen en la cantidad de estructuras reproductoras. Estos factores provocan cambios en fechas de iniciación de conos La exposición suroeste se asocia positivamente en producción de conos y semillas, mientras que el viento negativamente</p>	<p>Owens, 1986</p> <p>Mergen y Koerting 1957; Gifford y Mirov, 1960; Lester, 1967</p> <p>Ángeles, 1984</p>	7
Factores bióticos	<p>Litigios y tenencia de la tierra</p> <p>Aprovechamientos domésticos</p> <p>Cambios del uso del suelo</p> <p>Cosecha anual de semilla</p> <p>Sobrepastoreo</p>	<p>Auspicia la eliminación de la especie, es el de mayor importancia</p> <p>Impacto por aprovechamientos domésticos, es de importancia variada.</p> <p>Destrucción de áreas con esta especie</p> <p>Destrucción de yemas</p> <p>Destrucción de gran parte de la renovación natural</p>	<p>Escoto, 1988.</p>	1
	En floración	<p>Se liga a niveles de carbohidratos, de nitrógeno y a la actividad hormonal de la planta No hay cambios de meristemas vegetativos a reproductivos por falta de luz</p>	<p>Daniel <i>et al.</i> 1982.</p> <p>Bastin, 1970; Daubenmire, 1979; weaver, 1982; Meyer, 1976</p>	7
	En frutificación	<p>Escaza formación de conillos por falta de polinización</p> <p>Caída natural de conillos por falta de auxinas y hormonas</p> <p>Conos con semillas vanas</p> <p>Muerte de conillos antes de madurar</p>	<p>Salisbury, 1969; Devlin, 1980; Weaver, 1982; Buñuelos, 1985; Cortés, 1985.</p> <p>Flores y Días, 1987.</p> <p>Arceo y Cibrian, 1980; Del Río, 1980; Gonzales <i>et al.</i> 1984; Flores, 1988.</p> <p>Flores y Díaz, 1987; Calderon, 1983</p>	18
	Consumo de semillas por aves y roedores	<p>Pueden acarrear una gran cantidad de semillas variando según la especie del ave y del roedor.</p>	<p>Gottfried, 1986; Flores y Díaz, 1987; Martínez <i>et al.</i> 1989; Castillo, 1997; Juárez de la Fuente, 2006.</p>	8
	Consumo de semillas por insectos	<p>Reducen la producción de frutos y semillas, es de impacto considerable. Los daños y las áreas de afectación en la planta varían según le especie. Se considera como el más importante</p>	<p>Daniel <i>et al.</i> 1982; Flores, 1987, 1989; Turgeon <i>et al.</i> 1994; Cibrián, 1987; Montoya 1989.</p>	9
	Enfermedades	<p>Las que atacan la porción vegetativa de la copa se consideran las más importantes. La roya es un problema muy serio</p>	<p>Daniel <i>et al.</i> 1982</p>	1

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a la literatura consultada se concluye que los factores que influyen en la producción de piñón de *Pinus cembroides* son de carácter multifactorial, interactuando causas fisiológicas, nutricionales, factores de origen climático y factores abióticos como plagas, enfermedades y el mismo impacto negativo del hombre.

En algunos casos las causas nocivas a la producción se pueden identificar con relativa precisión como es el caso de las plagas, pero en otros casos, como en la caída de conos o la presencia de semillas vanas, no es tan fácil determinar el agente causal.

En base al Cuadro 8 se puede observar con facilidad que hay un gran número de autores que han estudiado esta especie piñonera. Sin embargo, hay quienes se han enfocado más a ciertos factores que limitan la producción de piñón, como los factores intrínsecos del arbolado, en el cual se encontraron 18 autores que hablan al respecto. Otro factor importante en el que se enfocan varios autores son los incendios con una cantidad de 9. Todos lo demás factores al parecer cuentan con la misma cantidad de autores en excepción de las enfermedades y factores antropogénicos las cuales se encontró a sólo un autor que describe ese factor.

La literatura consultada no fue fácil de conseguir ya que se encuentra muy dispersa y aislada. Por lo tanto este documento tiene el valor de integrar muchos de estos trabajos importantes que se han hecho sobre el pino piñonero.

VI. LITERATURA CITADA

- Allen, G. S. and Owens, J. N. 1972. The life history of Douglas_fir. Environ. Can. For. Serv. Ottawa. 138 pp.
- Ángeles C., E. R. 1984, Producción de semillas en un piñonar del Estado de Hidalgo. Tesis Profesional. UNAM. ENEP-Zaragoza. México, D.F.
- Arceo V, R. E. y Cibrian T, D. 1980. Utilización de tablas de vida en la evaluación de mortalidad de semillas de *Pinus cembroides* Lamb. En San Juan Tetla, Pue. Memorias del I Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. S.M.E. Uruapan, Michoacán.
- Bailey, D. K. and Hawksworth, F. G. 1987. Pytogeography and taxonomy of the pinyon pines (subsect. Cembroides). En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, D.F. p. 41-64.
- Bastin, R. 1970. Tratado de fisiología vegetal. Madrid, España. CECSA.
- Beck, D. E. 1975. "Board-Foot and Diameter Growth of Yellow-Poplar after Thinning." U. S. Forest Service Research Paper SE-123.
- Benavides Meza, H. 1989. La utilidad de los pinos piñoneros en la dasonomía urbana de México. III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. U.A.A.A.N. I.N.I.F.AP, Saltillo, Coahuila. México.
- Bidwell R, G. S. 1979. Fisiología vegetal. México. D.F., A.G.T. Editor, S.A.
- Block, William M., Ganey, Joseph L., Severson, Kieth E., Morrison and Michael L. 1992. Use of oaks by neotropical migratory birds in the Southwest. In: Ffolliott, Peter F.; Gottfried, Gerald J.; Bennett, Duane A.; [and others], technical coordinators. Ecology and management of oak and associated woodlands: perspectives in the sw United States & n Mexico: Proceedings;1992 April 27-30; Sierra Vista, AZ. Gen. Tech. Rep. RM-218. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 65-70.
- Brown, G. S. 1965. The yield of clearwood from pruning: Some results with radiata pine. Common For. Rey. 44(3): 197-221.
- Calderón, E. A. 1983. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. 2ª ed. México. D.F. Editorial Limusa. 759 p.

- Castillo Castilla, M. y Ramírez G, J. A. 1989. Costos de producción de plantas de *Pinus cembroides* Zucc. en vivero. En: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 24-26.
- Castillo Moreno, H. 1997. Determinación y cartografía de calidades de sitio en los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. en los municipios de Aramberri y Galeana, N.L. a través de imágenes de satélite. Tesis de licenciatura inédita. Ing. Forestal. Fac. Ciencias Forestales, UANL. 46p.
- Cetina Alcalá, V. M. 1984. Estudio sobre germinación del *Pinus cembroides* Zucc. en condiciones naturales. Tesis inédita. Maestría en Ciencias, especialidad Programa Forestal. CP, Chapingo, Méx. 137p.
- Cetina Alcalá, V. M. y Sánchez A, S. D. 1989. Efecto de la intensidad de luz en el desarrollo inicial de *Pinus cembroides* zucc. III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN. INIFAP., Saltillo, Coahuila, México. p. 51-53
- Chávez Olayo, D., Cetina Alcalá, V. M. y Reyes, M. R. 1985. Efecto de densidad de población y fertilización química en *Pinus cembroides* Zucc. cultivado a raíz desnuda. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p. 265-273.
- Chávez Olivas, P., Vera Castillo, G. y Rodríguez Franco, C. 1989. Técnicas de producción de *Pinus cembroides* Zucc. en vivero. En: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 35-38.
- Cibrián Tovar, D. 1987. Insectos de los pinos piñoneros de México U.A.Ch., México, I. Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UANL., Unidad Linares, N.L. México.
- Cibrián Tovar, D. y Méndez Montiel, J.T. 1987. Manejo de plagas forestales en la producción de piñones. II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Cemca, UACH y Centro de Genética Forestal, México, D.F.
- Covington, W. Wallace and DeBano, Leonard F. 1990. Effects of fire on pinyon-juniper soils. In: Krammes, J. S., technical coordinator. Effects
- Cook, O. F. 1909. Vegetation affected by agriculture in Central America. U. S. Dept. Agric. Bur. Pl. Ind. Bull. 145. Washington, D. C. 30 pp.
- Critchfield, B. W. and Little, E. Jr. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. Misc. pub. 991. Forest Service. USA. 97 pp.
- Daniel, T. W., Helms, J. A. y Baker, F.S. 1982. Principios de Silvicultura, 2a. Ed. McGraw-Hill. México.

- Daubenmire, R. F. 1979. Ecología vegetal. Tratado de ecología de plantas. 3ª ed. Editorial LIMUSA. México. D. F.
- Denevan, W. M. 1961. The upland pine forest of Nicaragua. Univ. Calif. Publ. Geogr. 12: 251-320.
- Dewers, R. R. and Moehring, D. M. 1970. Effect of soil water stress on initiation of ovulate primordia in loblolly pine. For. Sci. 16(2):219-221.
- Duff, G. H. and Nolan, N. J. 1958. Growth and morphogenesis in the Canadian forest species III. The time scale of morphogenesis at the stem apex of *Pinus resinosa* Ait. Can. J. Bot. 36:687-706.
- Eguiluz Piedra, T. 1987. Evolución de los pinos piñoneros mexicanos. II Simposium Nacional Sobre Pinos Piñoneros. CEMCA, U.A.CH. Y Centro de Genética Forestal, México, D.F.
- Eguiluz Piedra, T., Niembro Rocas, A. y Pérez Rodríguez, P. M. 1985. Estudio morfológico de las semillas de siete especies de piñoneros. I Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, U.A.N.L., Unidad Linares, N.L. México. p. 53-68.
- Escoto Cervantes, Ch. 1988. Situación actual de los pinos piñoneros en el estado de Zacatecas. Tesis inédita, Ing. Ag. especialista en Bosques. 84 p.
- Evans, Raymond A. 1988. Management of pinyon-juniper woodlands. Gen. Tech. Rep. INT-249. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 34 p.
- Fisher, J. T. and Montana, J. M. Management of pinyon for ornamentals christmas trees and nut production. p. 35 - 40.
- Flores Arellano, J. R. y Martínez Ramírez, S. 1987 Contribución al conocimiento de la biología e importancia de algunos insectos que se alimentan de conos y semillas de *Pinus cembroides*. Tesis inédita de Licenciatura. UACh. 185 p.
- Flores Flores, J. D. y Díaz Esquivel, D. E. 1989. Factores asociados con la variación anual en la producción de conos y semillas en *Pinus cembroides* zucc. en Saltillo, Coahuila. III Simposium Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UAAAN, INIFAP, Saltillo, Coahuila. México.
- Flores Flores, J. D., Capo Arteaga, M. A. y Morales Quiñones, L. 1987. Uso múltiple del suelo en un bosque de *Pinus cembroides* Zucc. en el sur de Coahuila, México. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Eludes Mexicaines, México, DF. p. 101-110.

- Flores Flores, J. D. y Díaz Esquivel, D. E. 1987. Tabla de vida y factores de mortalidad para conos y semillas de *Pinus cembroides* zucc. bajo condiciones naturales en el Sur de Coahuila. II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. CEMCA, UACH. y Centro de Genética Forestal. México, D.F. p. 123-135
- Flores L, J. y Caldera, H.F. 1985. Características de los conos de algunos piñoneros en relación al ataque de insectos. I Simposium Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UANL, Unidad Linares, N. L. México.
- Flores Lara, J. y López, A. R. 1989. Producción de piñón en rodales naturales diferentes de piñonero *P. cembroides*. Impacto de insectos carpófagos. En: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. pp. 122-125.
- Flores Lara, J. y Caldera Hinojosa, F. 1985. Características de algunos piñoneros en relación al ataque de insectos. En: Memorias del I Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, N.L. p. 223-232
- Flores Olvera, R 1985. Estudio florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. en Nuevo León. En: Memorias del I Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p. 121-129.
- Flores Olvera, R. 1983. Notas autoecológicas del pino piñonero (*Pinus cembroides* Zuccarini) en Nuevo León, México. Tesis de licenciatura. Inédito. FCB. UANL.
- Forcella, F. 1978. Irregularity of pinyon cone production and its relation to pinyon cone moth predation. *Madroño* 25: 170-172.
- Gallegos, RR. 1977. Forest practices needen for the pinyon-juniper type. En: Proceedings of the workshop in Ecology, uses and management of pinyon-juniper woodlands. USDA-Forest Service. General Technical Report RM - 39. p. 41 - 44.
- García M, A. y Capo Arteaga, M. A. 1989. Variación morfológica y fisiológica entre especies y procedencias de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* zucc. *Pinus maximartinezii* rzedowski y *Pinus ayacahuite* E. Rhen, en semillas y Plántulas durante el primer año de crecimiento. III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UAAAN. INIFAP, Saltillo, Coah. México. p. 59-B3
- García Moya, E., Mendoza, M. A., Cetina, V. M. y de la Rosa, A. 1987, Silvicultura de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* zucc y *Pinus discolor* Baile y Hawks. II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, CEMCA, UACH y Centro de Genética Forestal, México, D.F.

- García Velázquez, A. 1985. Citogenética de pinos piñoneros. En: Memorias del I Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p. 19-31.
- García y Gómez. 1987. Uso del método Forcella para la estimación de la producción de piñón. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, México, D.F. p. 165-170.
- Gifford, E. M. y Mirov, N. T. 1960. Initiation and ontogeny of the ovulate strobilus in ponderosa pine. For. Sci. 6(1):19-25
- Gómez Soto, O. y Capó Arteaga, M. A. 1989. Efecto de "acondicionamiento" en cinco especies de *Pinus*, bajo dos condiciones de plantación. En memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 42-47.
- Gottfried, G. J. 1986. Regeneration of pinyon. Paper presented at the pinyon-juniper conference, Reno, NV, January 13-16.
- Gonzales Ch, J. J., Barrios E, J. R., Ruiz, A. y Cibrián T, D. 1984. Supervivencia de conos y semillas de *P. montezumae* Lamb. En áreas bajo silvicultura intensiva. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. S.M.E. Saltillo, Coah.
- González Guerrero, ja. 1990. Evaluación de la regeneración de *Pinus cembroides* Zucc. en condiciones naturales en La Amapola. SLP. Tesis inédita. Ingeniero Forestal. DICIFO, UACH, Chapingo, México. 56 p.
- Granados Sánchez, D. y Silva B, L. 1994. Biodiversidad de los pinos piñoneros. México y sus Bosques 23(2-3): 4-53.
- Greenwood, M. S. 1977. "Seed Orchard Fertilization: Optimizing Time and Rate of Ammonium Nitrate Application for Grafted Loblolly Pine" 14th South. For. Tree Imp. Conf., Gainesville, Fla., pp. 164-169.
- Gregory, J. D., Guinness, W. M. and Davey, C. B. 1982. Fertilization and Irrigation Stimulate Flowering and Seed Production in a Loblolly Pine Seed Orchard. South. Jour. App. For. 6:44-48.
- Harcharik, D. A. 1981. "The Timing and Economics of Irrigation in Loblolly Pine Seed Orchards." Ph. D. thesis, North Carolina State University, Raleigh.
- Hattermer, H. H., Andersson, E. and Tamm, C. O. 1977. Effects of spacing and fertilization on four grafted clones of Scots pine. Stud. For. Suec. 141:1-31.
- Hawksworth, Frank G. 1978. Biological factors of dwarf mistletoe in relation to control. In: Scharpf, Robert F.; Parmeter, John R., Jr., technical coordinators. Proceedings of the symposium on dwarf mistletoe control through forest management; 1978 April 11-13; Berkeley, CA. Gen. Tech. Rep. PSW-31.

Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station: 5-15.

- Hernández Pineda, V. M. y Aldrete Menchaca, E. 1991. Efecto de la estación y sistemas de plantación en la adaptación de *Pinus cembroides* Zucc., *P. nelsoii* Shaw y *P. pincheana* Gordon, en Zapalinamé, Saltillo, Coahuila. En Memorias del IV Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p. 51-56.
- Hernández, R. A. y García, M. F. 1985. Análisis estructural de los piñonares del altiplano potosino. *Agrociencia*. Num. 62
- Hernández, S. P. 2006. Producción e indicadores reproductivos de semillas en ocho poblaciones naturales de *Pinus pinciana* Gordon. Tesis inédita. Ingeniero Forestal. UAAN, Saltillo, México.
- Hofmann, J. G. 1974. "Thinning in Short Rotation Plantation Forest-Will It Come to Pass? 1974 Annual Meeting, TAPPI, pp. 189-193
- Jett, J. B. and Fínger, G. 1973. "Stimulation of Flowering in Sweetgum." 12th South. For. Tree Impr. Conf. Baton Rouge, La., pp. 111-117.
- Koniak, Susan. 1985. Succession in pinyon-juniper woodlands following wildfire in the Great Basin. *Great Basin Naturalist*. 45(3): 556-566.
- Kramer, P. J. and Kozlowski, T. T. 1979. *Physiology of woody plants*. Academic Press. New York. 811 pp.
- Lenner, R. M. 1986. Patrones de desarrollo de brotes en *Pinus* y su relación con el crecimiento potencial. Serie de apoyo académico No. 19. DICIFO, UACH. Chapingo, México. 29 p.
- Lester, D. T. 1967. Variation in cone production of red pine in relation to weather. *Can. J. Bot.* 45:1683-1691.
- Little, E. L. 1938. The earliest stages of pinyon cones. *Southwestern Forest and Range Experiment Station. Research Note 46*. Tucson, Arizona. 4pp.
- Long, E. M., van Buijtenen J. P. and Robinson, J. F. 1974. "Cultural Practices in Southern Pine Seed Orchards." *Colloquium: Seed Yield from Southern Pine Seed Orchards*, Macon, Ga., pp. 73-85.
- Loock, E. M. 1950. The pines of Mexico and British Honduras. *Dept. Agr. And For. Bul.* 26:1- 244 South Africa.

- López Pérez, I. y Plascencia González, A. 1998. Ecofisiografía y productividad de *Pinus cembroides* Zucc. en "Sierra de Órganos", municipio de Sombrerete, Zacatecas. DICIFO,UACH, Mex.
- López Ríos, M. 1994. Estimación de la dinámica poblacional y evaluación de daños causados por *Leptoglossus occidentalis* y *Conophthorus cembroides* en conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis inédita. Ing. Agr. For. Div. Agronomía, UAAAN. 90 p.
- Martínez, D. F., Mellink, E. y García, M. E. 1989. Consumo da piñón por aves y roedores en la Amapola, S.L.P. III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UAAAN. INIFAP, Saltillo, Coah. México. p. 87-89
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2ª. Edición Ediciones Botas. México, D.F. 368 p.
- Martínez, R. S. y Rodríguez, A. M. 1989, Propuesta para el uso de los bosques de *Pinus cembroides* zucc., III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UAAAN. INIFAP, Saltillo, Coah, México.
- Mergen, F. y Koerting. 1957. Initiation and development of flower primordia in slash pine. For. Sci. 3(2): 145-155.
- Meyer, B. S., Anderson, D. B. y Böhring, R. H. 1976. Introducción a la fisiología vegetal 4a ed. Argentina. Editorial Universitaria de Buenos Aires, argentina.
- Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez. 2 vols.
- Miranda, F. 1953. Un botánico al borde de la Selva Lacandona. Mem. Congr. Cient. Mex. 6: 285-303.
- Mirov, N. T. 1967. The genus *pinus*. Ronald Press. New York. 602 pp.
- Moir, William H. 1982. A fire history of the high Chisos, Big Bend National Park, Texas. Southwestern Naturalist. 27(1): 87-98.
- Montiel A., V. E., Cetina Alcalá, V. M. y Sánchez A, S. D. 1989. Reproducción asexual en *Pinus cembroides* Zucc. por el método de estaquillas. En: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 27-29
- Montoya O., J. M. 1989. El pino piñonero. 99p.
- Mueggler, Walter F. 1976. Ecological role of fire in western woodland and range ecosystems. In: Use of prescribed burning in western woodland and range

- ecosystems: Proceedings of the symposium; 1976 March 18-19; Logan, UT. Logan, UT: Utah State University, Utah Agricultural Experiment Station: 1-9.
- Nieto de Pascual, P. C. y Carrillo, S. J. 1989. Los piñoneros como especies ornamentales en la ciudad de México, III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UAAAN. INIFAP, Saltillo, Coah. México.
- Owens, J. N. 1984. Bud development in grand fir (*Abies grandis*). Can. J. For. Res. 14 (4): 575-588
- Owens, J. N. 1986. Cone and seed biology. In:Shearer, R. C. (comp.). Proceedings of the conifer tree in the Inland Mountain West Symposium (1985). USDA, For. Serv., Intermountain Research Station. Gen. Tech. Rep. Int. 203. Pp. 14-31.
- Passini, M. F. 1985. Algunas consideraciones acerca de los Pinos piñoneros de México, I. Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UANL, Unidad Linares, México. p. 130-136
- Passini, M. F. 1987. Análisis de la distribución geográfica de los pinos piñoneros. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p. 65-81.
- Passini, M. F. 1991. Pino piñonero: ciclo reproductivo, palinología y biopalinología. En Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p. 20 - 33.
- Pérez Ayala, P. R. 1990. Arboles individuales de *Pinus cembroides* como bloques en experimentos con insecticidas para plagas de conos y semillas en El Cardonal, Hidalgo. Tesis inédita. Ing. Agr. en Parasitología Agrícola. UACH. 57p.
- Pérez E., J. L. 1958. Estimación de la producción de conos de *Pinus montezumae* Lamb., en CEF San Juan Tetla, Pue. Tesis Profesional. D.C.F. U.A.Ch. Chapingo, México.
- Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. 231 p.
- Polge, H. 1969. Densité de plantation et élagage de branches vivantes—ou pourquoi, quand et comment élaguer? [Density of planting and pruning of live branches—or why, when and how to prune]. Silviculture 21:451-465.
- Prieto Ruíz, J. A. 1991. Efecto del uso de la corteza compostada y limo en el desarrollo de *Pinus cembroides* Zucc. en envase. En Memorias del IV Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p. 43-50.

- Ramírez García, J. A. y Villanueva Díaz, J. 1987. Época de siembra en vivero de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus nelsonii* Shaw. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, D.F. p. 241-255.
- Ramos Pinto, G. 1994. Ensayo de un tratamiento con tres insecticidas contra insectos que atacan conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis inédita. Ing. Agr. For. UAAAN, Div. Agronomía, Saltillo, Coahuila. 90 p.
- Rebolledo V, A. 1952. Estudio preliminar sobre la ecología de los piñonares en el altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis (M.C.). C.P, Chapingo, México.
- Rio, M. A. del. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio. En: Memorias del 1er Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. S.M.E. Uruapan, Michoacán.
- Robinovich, J. E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México. D.F. CECSA.
- Rodríguez Soto, R. y Aldrete Menchaca, E. 1989. Supervivencia, incremento y patrón de crecimiento de *Pinus cembroides* Zucc., *P. maximartinezii* Rzedowski, *P. pinea* L., *P. eldarica* Medw. y *P. halapensis* Mill. en Buenavista, Coah. En: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 30-34.
- Romero Manzanares, A., Luna Cavazos, E. y García Moya. 1989. Organización de la vegetación asociada a los piñonares de las Sierras Meridionales de San Luis Potosí. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p 66-71
- Romero Manzanares, A., Luna Cavazos, M., García Moya, E. y de la Rosa Vázquez, A. 1989. Especies indicadoras de sitios con potencial de producción de piñón en San Luis Potosí. En: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p 126-130.
- Rzedowski, J. 1965. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 29: 121-171.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. Primera Edición, México, D.F.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contr. Univ. Mich. Herb. 9: 1-123.

- Sánchez Ávila, S. D. y Cetina Alcalá, V. M. 1989. Efecto de la temperatura en la velocidad y en el porcentaje de germinación en *P. cembroides* zucc. III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, UAAAN. INIFAP. Saltillo, Coah. México. p. 40-41.
- Sánchez Ávila, S. D., Keyes, M. R., Trinidad Santos, A. y Cetina Alcalá, V. M. 1987. Producción de plántulas de *Pinus cembroides* Zucc. bajo tres técnicas de vivero. En: Memorias del II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, Centre d'Etudes Mexicaines, Cd, México, D.F. p. 275-282.
- Sánchez Ramos, G., Ledesma Pineda, S. y Suzan Aspíri, H. 1989. Estimación de daños por insectos en conos inmaduros de *pinus nelsonii* Shaw en la zona de Miquihuana, Tamaulipas. En: III simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo. Coah. p. 82-86.
- Segura, Gerardo and Snook, Laura C. 1992. Stand dynamics and regeneration patterns of a pinyon pine forest in east central Mexico. *Forest Ecology and Management*. 47(1-4): 175-194.
- Soria, S. J. 1976. Tabelas eterias dos polinizadores do cacaveiro *Forcipomyia* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) em condicoes de laboratorio. *Revista Theobroma*. Vol 6. No.1. Lhéus, Brasil.
- Southwood T, R. E. 1968. *Ecological methods with particular reference to the study of insects populations*. London. Methwen & Co. LTD.
- Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. *Ecología forestal*. AGT Editor, S. A. México D.F. 690 pp.
- Steinbrenner, E. C., Duffield, J. W. and Campbell, R. K. 1960. Increased cone productions of young Douglas-fir following nitrogen and phosphorus fertilization. *Jour. For.* 58(2):105-110.
- Suzán Aspíri, H. G., Sánchez Ramos, S. y Ledezma Pineda. 1991. El cultivo de los pinos piñoneros: una alternativa para las regiones semiáridas. En Memorias del IV Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p. 57-64.
- Swetnam, Thomas W., Baisan, Christopher H., Brown, Peter M. and Caprio, Anthony C. 1989. Fire history of Rhyolite Canyon, Chiricahua National Monument. Tech. Rep. No. 32. Tucson, AZ: University of Arizona, School of Renewable Natural Resources, Cooperative National Park Resources Studies Unit. 47 p.
- Torres Espinosa, L. M., Cano Pineda, A. y Aldrete Menchaca, E. 1991. Adaptación de *Pinus cembroides* Zucc., *P. pinceana* Gordon, *P. nelsonii* Shaw, *P. maximartinezii* Rzedowski y *P. halapensis* Mili, en la Sierra de Arteaga,

- Coahuila. En Memorias del IV Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd, Victoria, Tamps. p. 37- 42.
- Turgeon, J. J., Roques, A. and de Groot, P. 1994. Insect Fauna of coniferous seed cones: diversity, host plant interactions and management. *Annu. Rev.* 39:179-212.
- Vallejo Maldonado, G. E. 1997. Asociación de variables dasonómicas a diferentes niveles de producción de conos en pino piñonero *pinus cembroides* zucc. en el sur de Nuevo León, México. Tesis (M.C.). FCF, UANL, Linares, N.L. México.
- Wain, R. L. 1979. El control químico del crecimiento de las plantas y los insectos. 3ª Ed. México, D.F. CONACYT.
- Webster, S. 1971. "Nutrition of Seed Orchard Pine in Virginia." Ph. D. thesis, North Carolina State University, Raleigh.
- Wilkins, M. B. 1969. The physiology of plant growth and development, McGraw Hill. London.
- Wright, Henry A. and Bailey, Arthur W. 1982. Fire ecology: United States and southern Canada. New York: John Wiley & Sons. 501 p.
- Yáñez Jiménez, P. y García Moya, E. 1985. Frecuencia, distribución, índice y distancia entre estomas en *P. cembroides* y *P. discolor* en el Altiplano Potosino. En: Memorias del I Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, N.L. p. 110-120.
- Zavala C, F., García Moya, E. y Engelman, M. 1987. Estudios de la Primera etapa de desarrollo de conos femeninos de *P. cembroides* zucc. III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros UAAAN. INIFAP, Saltillo, Coah, México.
- Zavarín, E. 1987. Taxonomy of Pinyon Pines, II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. CEMCA, U.A.CH. y Centro de Genética Forestal, México, D.F.
- Zobel, B. J. 1970. Mexican pines. In: Frankel, O. H. & E. Bennett (eds.). Genetic resources in plants (their exploration and conservation). Blackwell Scientific Publ. Oxford. Pp. 367-373.