

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Estudio de Insectos Carpófagos y su Impacto en la Regeneración Natural de *Pinus halepensis* Miller, en la Reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila

Por:

LEONEL DOMÍNGUEZ RÍOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Estudio de Insectos Carpófagos y su Impacto en la Regeneración Natural de
Pinus halepensis Miller, en la Reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila

Por:

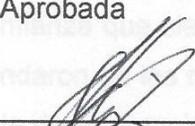
LEONEL DOMÍNGUEZ RÍOS

TESIS

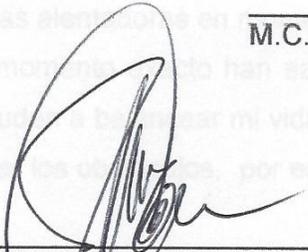
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

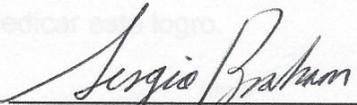
Aprobada


M.C. Jorge David Flores Flores

Asesor Principal


M.C. José Armando Nájera Castro

Coasesor


Ing. Sergio Braham Sabag

Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2014

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a una persona en especial que fue muy importante para mi formación, quien se preocupó en todo momento a pesar de todos los obstáculos que vivió, que siempre me alentaba que fuera un hombre de bien y ejemplo de los demás. A usted Tío **Sr. Rafael Ríos Adame (†)**, que donde quiera que este lo recordaremos siempre...

A mis Padres, Que me dieron la vida y que han estado conmigo en todo momento.

Sr. Genaro Domínguez Quirino

&

Sra. Mariana Ríos Adame

Por el gran cariño, amor y confianza que siempre me han demostrado, por el gran esfuerzo y apoyo que me brindaron en los momentos más difíciles, por las palabras alentadoras en momentos de desesperación, por los consejos sabios que en el momento exacto han sabido darme, por ayudarme a tomar decisiones que me ayuden a balancear mi vida, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por eso hoy quiero dedicar este logro.

A mis Hermanos (as)

Daniel, quien ha estado conmigo siempre y por seguir un mismo sueño de superarnos, **Alfonso y Miguel Ángel**, quienes se han esforzado para salir adelante con la familia y por todo el apoyo brindado para culminar este logro, **Ma. Yazmín, Sandra y Ma. Guadalupe**, quienes han sido la alegría de la casa por ser las más pequeñas. Con quienes he compartido muchos momentos de felicidad y que han sido la fuerza que me impulso a terminar mi carrera, que dios nos mantenga siempre juntos.

A mi cuñada

Yarelí, quien ha sido un integrante más en la familia.

A mis abuelas

Sra. Lorenza Adame Solís, por ser mi segunda madre que se preocupó para que no me faltara nada, por todo el apoyo que me brindo para seguir mis estudios, por los regaños que me sirvieron para esforzarme más persona y salir delante, de todo corazón gracias.

Sra. Pánfila Quirino Bahena (†), quien siempre me consentía, quien me daba consejos que me sirvieron para ser un hombre de bien y quien estuvo pendiente de que no me faltara nada, por la motivación para que le echara ganas y terminara mi carrera.

A mis tíos (as)

Sra. Paula Garduño, quien me ha apoyado en los momentos más necesitados, **Amada Ríos**, por las palabras alentadoras, **Juan Garduño, Macario López y Araceli Adame**, por su apoyo incondicional y por la amistad que ha sido más grande que el respeto, como amigos y hermanos en los momentos de felicidad, sin olvidar a **Jesús Jaimes (†)**, quien fue un persona alegre y que siempre vivíamos los momentos como hermanos y amigos sin olvidar el respeto. Por su confianza y apoyo tanto económico como anímicos Gracias.

Jesús López, Félix Ríos, Domingo Saucedo, Simón López y Sotera López, quienes en algún momento me desearon los mejores éxitos para mi superación.

A mis primos

Familia Ríos Santamaría, Bertín, Carolina, Rafael y Edgar, con quienes conviví más en momentos de felicidad.

Familia Terán Ríos, para ellos con cariño y afecto.

Familia López Atanasio, Joel, Paulino, Irma, Susana, Ofelia, Ma. De Jesús, Aurora, Daniela y en especial a mi comadre Elvia, por su confianza y cariño.

Mariano Brito, Eduardo González, Estela Araujo, por la amistad y confianza.

A Mi Novia

Ma. De Jesús Rojas Arellano, por convertirse en una persona muy especial para mí, por regalarme momentos de felicidad y porque nos esperan muchos más. Que Dios nos permita estar siempre juntos.

A todas aquellas personas que en algún momento compartimos amistad

Por todo el ayer, les dedico mi mañana...

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, Creador del universo y dueño de mi vida que me permite vivir, gozar y aprovechar al máximo cada momento de la vida, por iluminar mi camino, por darme la fuerza de seguir adelante día a día en el transcurso de mi carrera, dándome valor y sabiduría para resolver las distintas dificultades que se me hayan presentado y por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

“A MI ALMA TERRA MATER” La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme sus puertas, como mi segunda casa, por llenarme de experiencias y conocimientos, por darme las bases para mi formación y desarrollo como profesional, me llena de orgullo pertenecer a esta Universidad.

Al Departamento Forestal, por formar parte de su trayectoria en la formación de ingenieros, por el gran apoyo recibido durante mi estancia como alumno. En especial al **Ing. José Gil Cabrera Hernández** por todos los bienes materiales recibidos, esos consejos, esas charlas de amigos, esos paros con la camioneta etc.

A mis Profesores e Investigadores del Departamento de Forestal, A todos ustedes gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

M.C. Jorge David Flores Flores, asesor principal, por brindarme el espacio, y paciencia suficiente para llevar a cabo esta investigación, gracias por las correcciones y sugerencias para la realización del mismo. Además de ser mi asesor mi amigo por la confianza que compartimos y por los consejos.

M.C. José Armando Nájera Castro, Muchas gracias por sus correcciones y sugerencias en la asesoría de esta investigación, así como también la amistad brindada durante este tiempo.

Ing. Sergio Braham Sabag, Muchas gracias por la participación como asesor en la revisión de este trabajo, así como también la amistad brindada.

M.C. Raúl César González Rivera, por la participación en los análisis estadísticos de este trabajo, así también por la amistad brindada.

A mis amigos

Los cochos; ing. Juan Rubén Jaimes, ing. Huri Jaciel Jaimes, ing. Ausencio Terán ing. Floriberto Jaimes, ing. Dorian Vuelvas, ing. Tomas Eduardo Fuentes, ing. Mario molina, Jorge Orozco, Ethan Moisen, Teodoro Terán, Miguel Torres, Edwin vuelvas, por la amistad.

Los buitres; ing. Santos Cruz Ortiz, ing. Juan Hernández Pachuca, ing. José Luis Pérez, ing. José Luis De la cruz, ing. Rodrigo Montoya, ing. Patricia, Jorge Alberto Bravo, Miguel Ángel, ing. Silverio Bravo, Migdalia Barrios, Eleazar Martínez Arredondo, julio cesar, Alejandro, Gustavo, Ivan Roblero, Roberto Ramirez, Darío, Giovani (rorro), Emilio, Maynor, Brisa, Gerardo, Celso, Eliud, libnin Samuel, Carmen, Juan Qro, Aviday, por todos los momentos de alegría y tristeza que pasamos juntos, deseándole lo mejor a cada uno de ustedes.

A mis compañeros de Generación CXVIII

Los ingenieros; Julio Cesar Gómez Gómez, Alejandro García Martínez, José Gustavo Nájera Meneses, Juan Gerardo Pérez López, Oliver Pérez Roblero, Arturo Nolasco Gumeta, Carlos Pérez Roblero, Armando Abisai Euan Hernández, Oliver Ramírez Morales, Judith Villanueva Peña, Ana Gabriela Ramírez Lucio, Ma. Magdalena Colon Alarcón, Ubaldo Macías Hernández, Erick Paul Vargas Vargas, Fco. Alejandro Macías Hernández, Emilio Martínez Sánchez, por todos los momentos de alegría que pasamos juntos y que el éxito los premie en cada una de sus actividades.

A mi pueblo

La lajita, Gro, por ser la cuna que me vio crecer; y a toda la gente que vive ahí, aquellos que me vieron crecer y convertirme en la persona que soy.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE GRAFICAS	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del estudio	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos del estudio.....	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2. 1. Descripción botanica de <i>Pinus halepensis</i> Mill.....	4
2.2. Clasificación Taxonómica de <i>Pinus halepensis</i> Miller.....	6
2.3. Generalidades del <i>Pinus halepensis</i>	6
2.3.1. Origen y distribución geográfica.	6
2.3.2. Usos.....	7
2.3.3. Problemas generales para el desarrollo del <i>Pinus halepensis</i>	8
2.3.3.1. Problemas de adaptación.....	8
2.3.3.2. Problemas de fuego.	8
2.3.3.3. Problemas de enfermedades.....	9
2.3.3.4. Problemas de plagas.	10

2.3.3.5. Insectos carpófagos.	11
2.4. Investigaciones afines	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 Descripción del área de estudio	18
3.1.1 Topografía	18
3.1.2 Hidrología	18
3.1.3 Clima.....	18
3.1.4 Geología y edafología.....	19
3.1.5 Vegetación.....	20
a) Vegetación nativa de la reforestación	20
b) Vegetación inducida en la reforestación	20
3.2 Procedimiento Experimental	22
3.3 Variables medidas.....	23
3.4 Colecta de conos y su análisis	24
3.5 Extracción de la semilla y su análisis	26
3.6 Conteo de semilla	27
3.3. Modelo estadístico	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Efecto de la altura en relación a la producción de conos de primer y segundo año.	29
4.2. Efecto del diámetro en relación a la producción de conos de primer y segundo año.	33
4.3. Efecto de la cobertura de copa en relación a la producción de conos de primer y segundo año.	36
4.4. Discusión del efecto de las medidas dasométricas en relación a la producción de conos y factores de daños.....	39

4.5.	Comparación de la mortalidad de conos en las tres líneas de muestreo.	41
4.6.	Conteo y análisis de viabilidad de la semilla	43
4.7.	Causas de muerte de conos y semillas.....	44
	<i>Tetyra bipuctata</i> (Herrich-Schaeffer). Hemiptera-Scutelleridae	46
	<i>Leptoglossus occidentalis</i> Hcidemann. Hemiptera-Coreidae.....	48
	<i>Dioryctria pinicolella</i> (dyar); <i>D. pinicolella</i> Amsel. Lepidoptera- Pyralidae.....	50
	<i>Cecidomyia bisetosa</i> Gagne. Diptera- Cecidomyiidae.....	52
4.8.	Regeneración Natural de <i>Pinus halepensis</i> en la reforestación de Zapalinamé.	54
V.	CONCLUSIONES	55
VI.	RECOMENDACIONES	57
VII.	LITERATURA CITADA	58

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Total de semillas obtenidas en una muestra de 3 conos por árbol en cada línea.....	28
Cuadro 2. Efecto de la altura del arbolado en relación a la producción de conos sanos y dañados en <i>Pinus halepensis</i>	29
Cuadro 3. ANVA del efecto de la altura en relación a la producción de conos	32
Cuadro 4. Medias del efecto de altura en relación a la producción de conos por línea y la agrupación Tukey.....	32
Cuadro 5. Efecto del diámetro del arbolado en relación a la producción de conos sanos y dañados en <i>Pinus halepensis</i>	33
Cuadro 6. ANVA del Efecto del diámetro en relación a la producción de conos ...	35
Cuadro 7. Medias del efecto del diámetro normal en relación a la producción de conos por línea y la agrupación Tukey	35
Cuadro 8. Efecto de la cobertura de copa del arbolado en relación a la producción de conos sanos y dañados en <i>Pinus halepensis</i>	36
Cuadro 9. ANVA del efecto de la cobertura de copa en relación a la producción de conos.....	38
Cuadro 10. Medias del efecto de cobertura de copa en relación a la producción de conos por línea y la agrupación Tukey.....	38
Cuadro 11. Total de conos por línea del arbolado de <i>Pinus halepensis</i>	41
Cuadro 12. ANVA del total de conos en las 3 líneas.....	42
Cuadro 13. Medias del total de conos en las 3 líneas y la agrupación Tukey	43
Cuadro 14. Total de semillas del arbolado por línea y separación de semillas sanas y dañadas de <i>Pinus halepensis</i>	43
Cuadro 15. Insectos que están causando daños en el arbolado de <i>Pinus halepensis</i> en la reforestación de Zapalinamé	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura1. <i>Pinus halepensis</i> Miller., en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo Coahuila.	5
Figura 2. Fotografía satelital del área del área de estudio.	23
Figura 3. Colecta de conos de <i>Pinus halepensis</i> ., reforestación Zapalinamé, Saltillo Coahuila.	25
Figura 4. Conos con diferentes signos de afectación., en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.	26
Figura 5. Estufa de secado BLUE M Electri Compani (BLUE ISLAND, ILLINOUS U.S.A.).....	26
Figura 6. Extracción y conteo de semillas de <i>Pinus halepensis</i>	27
Figura 7. Cono colapsado de <i>Pinus halepensis</i> en la reforestación de Zapalinamé.	45
Figura 8. Prueba de viabilidad de semillas de <i>Pinus halepensis</i> , mostrando la semillas sana y dañada.	45
Figura 9. <i>Tetyra bipinctata</i> (herrich-schaeffer), en la reforestación de Zapalinamé.	47
Figura 10. <i>Leptoglossus occidentalis hcidemann</i> , en la reforestación de Zapalinamé.....	48
Figura 11. <i>Dioryctria erythropasa</i> (dyar).	51
Figura 12. <i>Cecidomyia bisetosa</i> Gagne.	53

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 1. Total de conos formados de primer y segundo año, en relación a la categoría de altura.....	30
Gráfica 2. Porcentaje de conos dañados de primer y segundo año en relación a la categoría de altura.....	31
Gráfica 3. Total de conos formados de primer y segundo año, en relación a la categoría diamétrica.....	34
Gráfica 4. Porcentaje de conos dañados de primer y segundo año en relación a la categoría de diámetro.....	34
Gráfica 5. Total de conos formados de primer y segundo año, en relación a la cobertura de copa.....	37
Gráfica 6. Porcentaje de conos dañados de primer y segundo año en relación a la categoría de altura.....	37
Gráfica 7. Muestra la cantidad de conos sanos y dañados en las tres líneas de muestreo.	42

RESUMEN

En la reforestación de Zapalinamé el pino Alepo durante el tiempo que lleva establecido no ha mostrado una capacidad de adaptación satisfactoria ya que constantemente los árboles se ven afectados por agentes bióticos y abióticos, mostrando alta susceptibilidad a las heladas, al ataque de hongos e insectos, pero que está bien evidenciado es que existe casi nula regeneración natural de la especie. El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de la problemática que tiene el *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé, principalmente con relación a los insectos carpófagos. Las hipótesis que se plantearon fueron Ho: No existen insectos carpófagos que dañan conos y semillas de *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé que estén afectando la renegación natural de la especie. Y la Ha: si existen daños por insectos carpófagos en la reforestación de Zapalinamé que estén afectando la renegación natural de *Pinus halepensis*. Se empleó una técnica de muestreo tirando tres líneas o transectos de 1300 m de largo y 400 m entre líneas; en cada línea se escogieron 10 árboles para hacer la evaluación de conos sanos y dañados tanto de primer y segundo año respectivamente, comparando la sanidad de los conos y semillas con las variables dasométricas de altura, diámetro y cobertura de copa. También se evaluó la regeneración existente en esta área de muestreo. Los resultados del ANVA revelan que se encontró que la altura con relación a la producción de conos se encontró que la categoría que dominó en este estudio fue la de 5.1-10 metros de altura con 24 árboles y un total de 2725 conos de primer año y 5170 conos de segundo año. El análisis de varianza (ANVA) revela que existe diferencia significativa entre los rangos de altura en cuanto a la producción y mortalidad de conos. Mientras que la prueba de Tukey no mostro diferencia estadística sino solamente numérica esto debido a que existe un alto coeficiente de variación en las muestras tomadas. Para la categoría de diámetro en relación a la producción de conos para primer y segundo año, se encontró que las categorías que dominaron en este estudio fue de 15.1-20 y 20.1-25 cm de diámetro con 9 árboles cada una de ellas con un promedio de 1040 conos de primer año y 1214.5 conos de segundo año. La cobertura de copa en relación a la producción de conos de primer y segundo año, tenemos que las primeras 2 categorías que van de 2-4 y de 4.1-6 metros de cobertura tienen un promedio de 1377.5 conos de primer año y 1630 de segundo año. El análisis de varianza (ANVA) para estos dos parámetros diámetro y cobertura copa resultó que hay diferencia altamente significativa. Los principales factores de mortalidad de conos y semillas fueron los insectos *Tetyra bipunctata* y *Leptoglossus occidentalis* y otros factores de origen climático y antropogénicos.

Palabras Clave: *Pinus halepensis*, evaluación de conos y semillas, insectos carpófagos, regeneración natural.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

Las poblaciones forestales constituyen hoy en día uno de los principales usos del suelo en todo el mundo (Boyle, 1999), ocupando una superficie cercana a los 100 millones de hectáreas (FAO, 1994). En las próximas décadas está previsto que su extensión aumente significativamente con el fin de satisfacer las necesidades de madera de la sociedad (Sedjo 1999), así como para controlar las emisiones de CO₂ a la atmósfera (Batjes 1998, Fang *et al.*, 2001, Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Nuestro país cuenta con una gran diversidad y magnitud de recursos forestales distribuidos a través de las comunidades vegetales existentes. Sin embargo, dichos recursos se encuentran en grave peligro de desaparecer ya que cada vez más se está ejerciendo presiones de tipo social y económico que aunado a los agentes de destrucción natural significarán pérdidas irreversibles de muchos de los elementos que forman nuestros ecosistemas. Por lo tanto la protección forestal juega un papel muy importante para prevenir, controlar y combatir todos los factores que inciden en la destrucción de los recursos forestales (Santillán, 1988)

En Saltillo, Coahuila desde la década de los 60' se inició el establecimiento de una plantación denominada reforestación de Zapalinamé, la cual se encuentra al sureste de esta ciudad y aproximadamente a 700 metros de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN); esta reforestación cuenta con una superficie de alrededor de 1,000 hectáreas, utilizando principalmente la especie de *Pinus halepensis*, y algunos cuantos individuos de *Pinus cembroides*, *Cupressus arizonica*, *Melia azederach* y *Fraxinus americana* (Oviedo, 1980).

Sin embargo, en ocasiones las reforestaciones se realizan en plantaciones monoespecíficas incluso con especies inadecuadas, lo que provoca la aparición

de numerosos problemas ecológicos, fitosanitarios y de adaptación (Oliver & Larson, 1996).

1.2 Planteamiento del problema

En la Cuenca Mediterránea el *Pinus halepensis* es de las especies arbóreas más importantes en aquella región, donde ocupa unos 3.5 millones de hectáreas y domina las formaciones forestales arbóreas en zonas secas y semiáridas (Quézel y Barbéro, 1992). En España, *P. halepensis* ocupa 1.5 millones de hectáreas, el 10 % de su superficie forestal arbolada (Ministerio de Medio Ambiente, 2002). Con una extensión cercana a las 283,000 ha, *P. halepensis* es la especie arbórea más abundante en la Comunidad Valenciana, donde constituye además el 57 % de la superficie forestal arbolada y en Alicante su importancia se incrementa de manera notable, ya que los pinares de *P. halepensis* forman el 80 % de la superficie forestal arbolada dentro de esta provincia. En estos lugares a pesar de que se reporta que existe buena regeneración natural de la especie, también se encuentran algunos reportes de que el pino Alepo sufre el ataque de diversas plagas y enfermedades que merman su desarrollo (Ara, 2001).

Desde el inicio de la plantación de la sierra Zapalinamé en la década de los 60's hasta la fecha, no se percibe el potencial de la regeneración del *Pinus halepensis*, lo cual pueden atribuirse a muchos factores ya que se trata de una especie introducida, pero la información revela que esta especie puede adaptarse a zonas áridas y semiáridas y aún en peores condiciones, por su indiferencia edáfica y por sus amplias condiciones climáticas de distribución, (Servicio de Medio Ambiente (s/a) y Cabanillas, 2010). Esta situación nos permite pensar que pudieran existir otros tipos de problemas como el ataque de plagas a conos y semillas asociadas a la escasa regeneración que se observa en la reforestación Zapalinamé, tal como ocurre en otras coníferas de la región (Flores *et al.*, 2005; Díaz, 1989).

En la reforestación de Zapalinamé el pino Alepo durante el tiempo que lleva establecido no ha mostrado una capacidad de adaptación satisfactoria ya que

constantemente los árboles se ven afectados por agentes bióticos y abióticos, mostrando altas susceptibilidad a las heladas, al ataque de hongos e insectos, pero que está bien evidenciado es que existe casi nula regeneración natural de la especie.

Ante tal situación en el presente estudio se plantean los siguientes propósitos de investigación:

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 General

Contribuir al conocimiento de la problemática que tiene el *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé, principalmente con relación a los insectos carpófagos.

1.3.2 Específicos

Identificar los insectos que atacan conos y semillas de *Pinus halepensis* en esta plantación.

Estimar el porcentaje de daño ocasionado por los carpófagos a conos y semillas de *Pinus halepensis* en la reforestación de zapalinamé.

Evaluar el grado de regeneración natural de *Pinus halepensis* en la reforestación la sierra de zapalinamé.

1.4 Hipótesis

Ho: no existen insectos carpófagos que dañan conos y semillas *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé que estén afectando la renegación natural de la especie.

Ha: si existen daños por insectos carpófagos en la reforestación de Zapalinamé que estén afectando la renegación natural de *Pinus halepensis*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. Descripción botánica de *Pinus halepensis* Miller

Pinus halepensis, (pino de Alepo o pino Carrasco) es un árbol introducido, perennifolio, una especie arbórea de la familia de las pináceas, género *Pinus*. Presenta un árbol de hasta 15 - 25 metros de altura; presenta una cima redonda, aplastada en la punta, generalmente simétrica y más desarrollada por donde recibe más luz, su raíz es pivotante muy desarrollada (Zarate, 1982).

Suele tener el tronco sinuoso, llegando a alcanzar una altura de hasta 25 metros y más de tres metros de perímetro (Vázquez, 1982), es relativamente corto y tortuoso, con numerosas ramas insertas irregularmente, dando origen a una copa redondeada, algo achatada en la parte superior, la corteza es lisa de joven y gruesa en la madurez, tiene color blanquecino.

Zarate (1982), describe el *Pinus halepensis* de la siguiente manera:

Las ramas se van abriendo en altura, quedando la copa de forma cónica de joven, e irregular y poco densa de adulto.

Las acículas, en número de dos, son finas (menos de 1 mm) y de unos 8 cm de longitud. De color verde claro.

La piña es pedunculada, cónica, alojando dentro las semillas.

La reproducción en vivero se hace por semillas. En primavera, se colocan en el sustrato, tapadas 1 cm y con humedad. Previamente se pueden mantener 24 horas en agua. A la semana empiezan a germinar. Es importante tener cuidado de que la temperatura no sea alta para evitar problemas de hongos del cuello.

Las Flores femeninas en conillos pedunculados de color verde matizado o rosa violáceo, las flores masculinas son amentos amarillos matizados de color rojizo oscuro, oblongas y poco apertadas.

En jardinería se usan mucho para parques urbanos por su rápido crecimiento y su rusticidad (Zarate, 1982).

Ha sido llevado también para utilizar su madera a África y otros continentes, donde ha entrado en competencia con la vegetación local. También se utiliza en la producción de resina. Se distribuye por gran parte de la región Mediterránea occidental, si bien, en la Península Ibérica habita el sector oriental principalmente. Crece, por lo general, hasta una cota de los 1.600 msnm (Zarate, 1982).



Figura1. *Pinus halepensis* Miller., en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo Coahuila.

Nos encontramos ante una especie indiferente edáfica, que no es exigente en cuanto al suelo, pero en buenos suelos tiene crecimiento rápido, se adapta fácilmente a los suelos de zonas semidesérticas con preferencia por suelos calizos. Soporta muy bien altas temperaturas y sequías prolongadas, aunque suele sufrir con heladas persistentes (Zarate, 1982).

2.2. Clasificación Taxonómica de *Pinus halepensis* Miller

Reino ----- Plantae
División ----- Pinophyta
Clase ----- Pinopsida
Orden ----- Pinales
Familia ----- Pinaceae
Género ----- *Pinus*
Especie ----- *P. halepensis*
Variedad ----- *Miller*

Según Sargent, 1965 y Rzedowski, 1979.

2.3. Generalidades del *Pinus halepensis*

2.3.1. Origen y distribución geográfica

Alía *et al.*, (2000), señala que el pino alepo se considera la especie del género *Pinus* más representativa del mediterráneo, por estar ampliamente distribuida por toda la región.

Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm. Es originario de la región del mediterráneo, se encuentra en las costas de Francia e Italia; a lo largo de la costa del mar Lugurus y del mar Adriático; en la isla francesa de Córcega, en la de san pedro y en Yugoslavia; en el sur de Grecia; en las costas de siria; en Jordania; Israel; Tel-Aviv; África. También está presente en bosques secos, de tipo mediterráneo, de Europa, Asia occidental y África del norte. A lo largo de la historia de las repoblaciones en la Península Ibérica, el (Pino carrasco) ha sido muy utilizado, lo que ha favorecido a su expansión por todo el territorio (zarate, 1982).

Según Herranz (2000), el pino Aleppo se distribuye en casi todos los países ribereños del mediterráneo, a partir del mar Egeo hacia el Oriente. Sus mejores concentraciones se localizan en España Oriental, Provenza, Grecia, Marruecos y Argelia, siendo escaso en Italia y con poblaciones litorales dispersas en Siria, Líbano, Israel y Jordania.

2.3.2. Usos

Alía (2000), menciona que ecológicamente es el pino más frugal, pudiendo vivir en condiciones de clima y suelo donde no se encuentra ninguna otra especie arbórea. Esto hace que haya sido utilizado frecuentemente para restaurar la cubierta forestal. El fin primordial de las masas de esta especie es la protección, quedando en un segundo término la producción, que en general es muy baja.

Cabanillas (2010), distingue entre las funciones de estas masas de forma resumida, como se muestra a continuación:

- Ecológicas: disminución de la erosión, recarga de acuíferos, conservación de suelos, hábitats, especies de flora y fauna, aumento de la biodiversidad.
- Socioculturales: recreativas, paisajísticas, deportivas, sanitarias.
- Económicas: aprovechamientos maderables, leñosos, cinegéticos, micológicos, piscícolas. Además, en el nuevo escenario de cambio climático global, estas masas ofrecen un importante potencial en dos aspectos destacados:
 - Como reservorios de CO₂.
 - Como productoras de biomasa energética sustitutiva de los combustibles fósiles.

2.3.3. Problemas generales para el desarrollo del *Pinus halepensis* Miller

2.3.3.1. Problemas de adaptación

Pastor (1993), justifica que el empleo del *Pinus halepensis* en una repoblación forestal en Alicante, España, se debe a su gran capacidad de desarrollo en condiciones de suelos esqueléticos y condiciones climáticas mediterráneas de elevado stress hídrico.

El autor citado indica que en el *Pinus halepensis* ha demostrado la existencia de interacción genotipo-ambiente en caracteres relacionados con la adaptación al frío y a la sequía. Mientras Cámara (s/año), establece que el pino Carrasco es una de las especies que más interés está suscitando en el mundo forestal, la mayor motivación la proporciona la gran capacidad que presenta frente a fenómenos extremos de aridez y sequía. La utilización de esta especie en trabajos de repoblación, podría adquirir una especial importancia frente a un incierto futuro climático.

Blanco *et al.*, (1997) citado por Cabanillas (2010), dice que el pino carrasco es la especie arbórea mejor adaptada a la sequía, llegando a soportar 150 mm de la precipitación media anual, no siendo un factor determinante en su distribución.

2.3.3.2. Problemas de fuego

Broncano (1997), afirma que el pino carrasco (*Pinus halepensis*), es una especie ampliamente distribuida en el litoral mediterráneo, especialmente en zonas sometidas a una elevada frecuencia de incendios.

Herranz (2000), menciona que todas las especies arbóreas del mediterráneo incluida el *Pinus halepensis*, han desarrollado diversas estrategias para adaptarse al fuego, siendo capaces de sobrevivir a estos eventos o

regenerándose tras él, e incluso llegando a apreciar la acción del fuego para reproducirse.

Según Herrero *et al.*, (2004), estas masas forestales presentan distintas adaptaciones que le permiten regenerarse después del fuego (apertura de conos serótinicos, procesos de floración, fructificación precoz), adaptaciones que tiene como misión acumular un importante banco de semillas. La regeneración de estas masas forestales se ve favorecida por el calor, el rango de temperaturas de 70°C-110°C, es eficaz para la germinación independientemente del tiempo de exposición, en fuegos rápidos la temperatura puede ascender por encima de los 110°C, pero si el tiempo de exposición es mayor, la regeneración satisfactoria se considera solo hasta los 130°C, pues a partir de ese momento, el éxito va progresivamente disminuyendo conforme aumenta la temperatura.

El autor citado menciona, la idea de que el fuego favorece automáticamente al pino no siempre es correcta, las estrategias del pino carrasco son efectivas en el caso de que el tiempo transcurrido entre dos incendios sea mayor que el preciso para que el pino fructifique.

2.3.3.3. Problemas de enfermedades

Santamaría *et al.*, (2003), registran por primera vez al hongo *Gremmeniella abietinea* en el *Pinus halepensis*, al sur de Palencia, al noroeste de España a finales de 1999, atribuyen a estos microorganismos la muerte regresiva del arbolado.

Por su parte Alves (2006), describe la sintomatología observada por la enfermedad, consiste en un puntisechado que avanza por la copa en mayor o menor grado, en un crecimiento distorsionado de las ramillas terminales y áreas de tejido necrótico deprimido, en ocasiones zonas agrietadas y pequeños chancros y en los ramillos que aún conservan algo de vitalidad aparecieron exudaciones de resina en las yemas. En algunos casos también se constató la

presencia de árboles muertos portando en sus ramas y ramillos gran cantidad de cuerpos de fructificación asexual del hongo de tipo picnidio. Sin embargo no se detectó la presencia de cuerpos de fructificación sexual tipo apotecio.

2.3.3.4. Problemas de plagas

Monreal (2000), establece que *Tomicus piniperda* L. es un Coleóptero de la familia de los Scolytidae y su daño en las coníferas consiste en dos fases: una sobre el tronco y otra sobre las guías terminales y las puntas de las ramillas laterales. Su presencia es muy aparente, ya que los brotes que han sido excavados por los adultos en su interior para lograr la madurez sexual, se rompen con facilidad y caen al suelo. El ataque del insecto se hace por rodales, encontrándose con frecuencia copas totalmente llenas de ramillas rojizas y otras verdes encorvadas con el insecto en su interior.

Por otro lado Martín (s/año), menciona que *Tomicus piniperda* L. ataca a varias coníferas entre las que se resaltan *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. nigra*. Este perforador subcortical puede llegar a causar la muerte del pino, puede detectarse por la presencia de grumos de resina en el fuste. Los adultos evolucionados de las larvas del interior del árbol, realizan por todo el fuste orificios circulares para salir del interior, bajo la corteza se pueden observar galerías internas rectilíneas, paralelas al eje del fuste y galerías sinuosas, transversales a la galería materna. Una vez que los adultos llegan al exterior del árbol éstos se dirigen a la copa, situándose en las ramas terminales, perforándola y penetrando en su interior, construyendo una galería ascendente para alimentarse del xilema. Las ramillas afectadas por las galerías medulares amarillean, se secan y caen al ser tronchadas por el viento.

Monreal (2000), señala que *Orthotomicus erosus* Woll. se trata de un parasito secundario, hospedante del género *Pinus* y ocasionalmente con especies

del género *Abies*, incapaz de atacar árboles sanos, puede resultar dañino por su capacidad de transmitir el azulado de la madera a los fustes recién cortados.

El autor citado observa que *Crypturgus mediterraneus* Eichh., es un parasito secundario que se instala en plantas debilitadas o muertas del genero *Pinus*, pudiendo ser ocasional en especies del Género *Abies*, suele alimentarse del fuste y de ramas.

El autor mencionado establece que los daños ocasionados por *Pityogenes calcaratus* Eichh., afecta únicamente a ramas y ramillas de las especies del género *Pinus*. Son parásitos secundarios que atacan árboles debilitados por otros insectos, cuando sus ramas están desprendidas o sobre los restos de las cortas.

Servicio de Sanidad Forestal (s/año), establece que *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., es una especie lepidóptero de la familia *Thaumetopoeidae*. Las larvas (oruga) de esta mariposa nocturna, se le conoce vulgarmente así porque se desplaza en grupo, es muy gregaria, formando las características colas o procesiones, especialmente cuando se entierra.

Las orugas de esta especie son muy voraces y se alimentan de las acículas del pino. Los daños son más graves a medida que la oruga llega a los últimos estadios de desarrollo (otoño e invierno). Atacan a los cedros y a todas las especies de pino. Las defoliaciones no llegan a matar el árbol, salvo que sean muy intensas y repetidas, pero lo pueden debilitar y provocar una disminución del crecimiento anual que puede ser sobre todo grave en el caso de los repoblados, puesto que pueden tardar más tiempo a constituirse masas adultas e incluso, pueden llegar a degradarse.

2.3.3.5. Insectos carpófagos

Entomología forestal (2010), menciona que las coníferas tienen una amplia gama de enemigos naturales, en lo que respecta a carpófagos; una extensa

variedad de familias de insectos pertenecientes a seis órdenes, provocan barrenamiento y deformación de los conos, se alimentan de semillas causando aborto, inviabilidad y avanamiento del mismo. No causan la muerte de los árboles ni reducen el crecimiento.

Las plagas de conos y semillas para el pino Alepo tienden hacer muy limitada, a continuación se mencionan algunos carpófagos en otras especies de *Pinus*.

El autor citado señala que *Conotrachelus neomexicanus* Fall. Es un coleóptero de la familia de los Curculionidae. Los conos son atacados cuando inician su segundo año de su crecimiento, las larvas se alimentan de todo el cono, de madera que esta responde su crecimiento y queda de tamaño pequeño.

Hospedantes: *Pinus arizonica*, *P. douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. michoacana*.

No encontrada en *Pinus halepensis*.

Por otra parte establece que *Tetyra bipunctata* es una hemíptera de la familia de los Scutelleridae. El insecto causa el avanamiento de las semillas, que se colapsan con un daño parcial. En la superficie del cono no se observan evidencias de daño.

Hospedantes: *Pinus douglasiana*, *P. chihuahuana*, *P. maximinoi*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. teocote*.

No encontrada en el *Pinus halepensis*.

Aguado (2013), menciona que *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann). Es una hemíptera de la familia de los Coreidae más conocido como “chinche perforador de las semillas de coníferas”. Los adultos y ninfas insertan su aparato bucal a través de las escamas de la piña y dentro de los piñones, succionando y disolviendo el contenido de la semilla mediante sus enzimas salivares. Si bien en principio las piñas no son dañadas directamente por la

actividad alimentaria, los daños en semillas en desarrollo ocasionan el aborto de las mismas o una aparente merma en su desarrollo. Los efectos de su alimentación en las semillas de las piñas maduras, pueden causar que los piñones aparezcan vacíos o semillenos, algo que tan sólo puede ser detectado mediante disección o por radiografías con Rayos X.

Las especies en donde podemos encontrarlo son: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite var. brachyptera*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. leiophylla*, *P. engelmannii*, *P. greggii*, *P. lumholtzii*, *P. michoacana*, *P. oocarpa*, *P. montezumae*, *P. pinceana*, *P. teocote*, *P. rudis* y *Taxodium mucronatum*.

Por su amplio rango de hospedantes y distribución geográfica, se les considera como una de las plagas más importantes en conos y semillas de pinos. Hasta apenas en el 2009, fue vista por primera vez en el *Pinus halepensis*.

En general la fauna insectil mexicana de los conos y semillas es similar a la que se presenta en el oeste de los Estados Unidos, incluyendo la ocurrencia de varias de las mismas especies en ambas áreas. Sin embargo, México tiene un mayor número de especies endémicas. Únicamente dos especies endémicas al este de Estados Unidos, la chinche semillera *Tetyra bipunctata* (Herrich-Schaffer) y *Cecidomyia bisetosa* Gagné, se encuentran en México (Cibrián, 1986).

Las plagas conocidas de conos y semillas de las coníferas de México pertenecen a 7 órdenes de insectos, que son: Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Homóptera, Hymenóptera, Lepidóptera y Thysanoptera. Las especies más dañinas a los órdenes Coleóptera, Hemíptera, Hymenóptera y Lepidóptera. Probablemente los Coleópteros del género *Conophthorus* son las plagas más distribuidas y destructivas de las cosechas de semilla de los pinos mexicanos. Otras plagas importantes incluyen a la chinche semillera *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, de Hemíptera; al picudo de los conos *Conotrachelus neomexicanus* Fall, de Coleóptera; a las avispas de las semillas, *Megastigmus*, de Hymenoptera y a los barrenados *Dioryctria*, *Eucosma* y *Cydia* de Lepidóptera (Cibrián, 1986).

Descripción de *Conophthorus* spp. (Coleoptera: Scolytidae)

De acuerdo con Hedlin *et al.* (1981), el adulto es de color brillante que va de rojizo a negro, mide de 2.4 a 4 mm de largo, con cuerpo robusto cubierto de pelos erectos y la cabeza puede estar cubierta por el pronótum. Los huevecillos son de forma ovoide, color crema y miden 0.6 mm de ancho por 1 mm de largo; las larvas son curvas, ápodas, de color blanco cremoso y las pupas son de color blanco tornandose café o negro con forme avanza su desarrollo.

Los daños ocasionados por este insecto los autores los describen de la forma siguiente: los conos son atacados por insectos adultos, dañando los tejidos conductivos de la base del cono y barrenando su interior, causando así la muerte de los conillos. Los conos atacados toman una coloración rojiza y se observa un grumo de resina en la perforación hecha por este insecto.

Los insectos aparecen en la primavera y a principios del verano atacando conillos de segundo año, permaneciendo en estado larvario cerca de un mes y su hibernación la pasan en estado de pupa.

La finalidad de consultar este tema, es conocer los tipos de daños e incidencias de los principales factores biológicos de mortalidad asociados con conos y semillas en diferentes especies del género *Pinus*, y poder identificar de las especies más dañinas que se presenten en este estudio.

2.4. Investigaciones afines

Del Rio (1980), al estudiar las principales plagas de *Pinus* spp., en el campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, Uruapan, Michoacán, encontró una serie de insectos asociados en la muerte de los conos reportando los siguientes resultados: *Megastigmus* spp., 10.5 %; *Dioryctria* spp., 2.3 %; *Conophthorus* spp., y miembros de la familia Tortricidae, no reportando los porcentajes de daño para los últimos dos agentes de mortalidad, ni el porcentaje de mortalidad total obtenido.

González *et al.* (1984), al evaluar la supervivencia de conos y semillas de *Pinus montezumae* en áreas bajo silvicultura intensiva, reportaron una mortalidad total de conos del 88.6%; del cual el 66.6% se le atribuyó a los factores biológicos entre los que sobresalieron: *Conophthorus ponderosae*, *Conotrachelus neomexicanus*, *Eucosma* sp., *Leptoglossus occidentalis*, *Dioryctria baumhoferi*, *Apolychrosis* sp., además reportan a *Megastigmus grandiosus* y *Cydia* sp. En este estudio no se reportan los porcentajes específicos para cada caso ni las causas de mortalidad para el resto del daño. En cambio los autores reportan, que del total de la semilla cosechada el 66.6% fue semilla sana; 16.6% correspondió a semilla vana; 14.9% resultó afectada por *Leptoglossus occidentalis* y el 1.9% fue dañada por *Megastigmus grandiosus*.

Arceo y Cibrián (1980), al estudiar la Tabla de vida de conos y semilla de *Pinus montezumae* en San Juan Tetla, Puebla, encontraron la existencia de una serie de agentes que actuaron como factores de mortalidad entre los que sobresalen atacando conos, los insectos *Conophthorus ponderosae*, *Cecidomyia* sp., y *Dioryctria baumhoferi* y el hongo *Cronartium conigenum*, atacando semillas, pero destacan los insectos *Laspeyresia* sp., *Megastigms grandiosus*, *Dioryctria baumhoferi*, *Cecidomyia* sp., *Asynapta* sp., miembros de la familia Tortricidae, el hongo *Cronartium conigenum* varios depredadores y causas desconocidas.

Los daños por estos insectos carpófagos derivan directamente de la actividad trófica de sus larvas que se alimenta de los frutos durante su desarrollo y que provocan una disminución de la capacidad germinativa de las semillas, perdidas de tamaño y peso y una caída temprana de las bellotas (Delplanque, 1986; Soria *et al.*, 1999). Los adultos son fases reproductoras que no provocan daños de importancia económica. Cuando los frutos han sido abandonados, por las larvas, es imposible distinguir que especie es la que ha producido el daño, por lo tanto, estos se evalúan de forma conjunta.

El grado de ataque va ser variable en función de las condiciones climáticas del año y de las zonas donde se encuentren estos árboles, aunque la presencia de estos lepidópteros ha sido conformada en toda las zonas productoras de frutos,

por lo que siempre van a provocar, en mayor o menor medida, una merma de los rendimientos de los montes o dehesas productoras de frutos.

En el estudio realizado en encinares por Soria *et al.* (1999 a), tras el análisis de los resultados árbol a árbol se mostró que la capacidad germinativa o no germinativa de los frutos afectados por estos carpófagos va a depender de una serie de factores conjuntados, tales como intensidad de infección, cantidad de fruto valorado, tamaño de este, etc., que provocan que los resultados no sean muy precisos, ya que se obtuvieron valores de porcentaje de frutos no germinados entre el 0 y el 61.76, donde la media era de 24.3%. En los frutos sanos, este porcentaje sanos, este porcentaje de no germinación estaba entre el 0 y el 6.15 (valor medio 2.6).

Varela (1992), realizó un estudio de *Pinus ayacahuite* Ehrenberg en el ejido Carrizal de Bravos, Municipio de Leonardo Bravo, Guerrero. Mediante el método de análisis de conos, identificó y cuantificó los factores causantes de la pérdida de semilla y basándose en pruebas de germinación, estimó la cantidad de plántulas disponibles para la regeneración. Para ello tomó una muestra al azar de 10 árboles y en cada uno se colectaron 10 conos. Después de procesamiento de conos, la semilla desarrollada se analizó mediante radiografías. Los resultados fueron: potencial de semillas: 185.2; semillas desarrolladas 49.7 (26.84%); semillas llenas: 29.2 (58.75%); semillas vanas: 6.5 (13.07%); semillas mal formadas: 8.9 (17.90%); semillas dañadas por insectos: 4.8 (9.66%); óvulos abortados en el 1er año de crecimiento: 127.6 (68.89%) y óvulos abortados en el 2^{do} año de crecimiento: 7.9 (4.26%). El promedio de eficiencia de semillas fue de 15.77%; el porcentaje de germinación fue del 89.38% y el porcentaje de eficiencia de plántulas fue del 14.38%.

En Madera, Chihuahua, Narváez (1993), estudió la eficiencia de producción de semillas en *Pinus arizonica*, a través de tablas de vida y análisis de conos. Los resultados obtenidos señalan que solamente un 40% de los conillos culminaron su proceso, presentándose la mayor mortalidad (50.4%) durante las etapas iniciales de su desarrollo, debido a la incidencia de plagas y fallas en la polinización.

También se encontró que el potencial productivo de semillas por cono fue de 88, de las cuales solo un 47.8% resultó potencialmente viable.

Prieto y Martínez (1993), realizaron un análisis de conos y semillas en dos áreas semilleras de *Pinus cooperi*, localizadas en la UCODEFO 3 “San Miguel de Cruces”, Durango. El objetivo fue determinar al nivel de cono, el potencial productivo de semillas, el porcentaje de semillas llenas y vanas y el porcentaje de germinación. Para ello se escogieron nueve arboles por área semillera y se muestrearon de cuatro a cinco conos por árbol. Se encontró que el potencial productivo de semillas para el área semillera “Cielito Azul” fue de 103.5 semillas por cono; sin embargo, solo se produjeron 71.6 semillas, de esta cantidad germinó un 64.4%. Por otro lado, en el área semillera “La Taunita”, el potencial productivo 16 fue de 115.3 semillas, obteniéndose 80.9 semillas, de las cuales germinó un 69.4%. La mayor pérdida de semilla ocurrió durante el primer año del ciclo reproductivo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la zona sujeta a la conservación ecológica sierra de Zapalinamé (ZSCESZ) al sureste del estado de Coahuila, entre los municipios de Arteaga y Saltillo; al sureste y al Norte colinda con la carretera 57 Saltillo – México, al Oeste con la carretera 54 Saltillo – Zacatecas; con coordenadas extremas a los paralelos 25° 15' 09" y 25° 25' 57.6" de Latitud Norte y los meridianos 101° 05' 36" y 100° 47' 47" de Longitud Oeste (INEGI, 2000). La orientación de los pliegues transversales es de este a oeste, con altitudes entre 1,590 a 2,200 msnm, alcanzando su mayor elevación de 3,140 msnm en el cerro El Penitente (Castañeda y Mathus, 1978, citado por Oviedo, 1980).

3.1.1 Topografía

El área de estudio presenta una configuración inclinada, generalmente presenta pendiente del 10%, con una altitud promedio de 2253 msnm.

3.1.2 Hidrología

La sierra Zapalinamé queda comprendida en la región hidrológica (RH24) "Bravo-Conchos" con superficie de 95,236.33 km², en la cuenca (B) "Rio Bravo-San Juan" con superficie de 46,001.62 km², y en la subcuenca (e) que se le denomina Rio San Miguel con 8,918 km² (INEGI, 2001)

3.1.3 Clima

Según Mendoza (1983), el área presenta un clima correspondiente al semiárido mexicano y la precipitación total anual media es de 298.5 mm, en donde la temporada lluviosa va de Junio-Octubre, siendo el mes de julio el que presenta la más abundante, y marzo corresponde al mes más seco. Indica que la

temperatura media anual es de 19.8°C, registrando mínimas de hasta -15°C y máximas de 38°C, además, presenta un cálido verano y un invierno con heladas que comienzan en ocasiones en octubre o noviembre, siendo menos severas que las más intensas y frecuentes en enero, terminan en marzo, y en donde no son muy intensas ni frecuentes y en algunas ocasiones pueden existir heladas en el mes de abril pero se consideran leves.

En general y durante todo el año predominan los vientos del sureste, pero en el invierno los vientos que dominan son los del noreste, siendo los vientos más fuertes los que ocurren en febrero y marzo.

Además indica que la evaporación total anual, en promedio, es superior a los 2200mm, e inferior a los 2500 mm, siendo más alta en verano y finales de primavera, y más baja en el invierno. El valor más alto puede ser de hasta más de 3000 mm y el más bajo de hasta 750 mm. El rango de heladas en esta área o región del estado se encuentra entre los 20 a 40 días en promedio por año (INEGI, 2001).

3.1.4 Geología y edafología

Las rocas existentes en el lugar son de origen sedimentario tipo caliza, CETENAL (1975); a partir de las cuales se formaron los suelos de tipo Litosol que son suelos pocos profundos y Rendzinas que son suelos pedregosos y someros que presentan clase textural media (CETENAL, 1971).

De Luna (1989), citado por Ascencio (1997), el área presenta suelos que corresponden a las formaciones cuarentenarias y con asientos basálticos, presentando un subsuelo que se caracteriza por la presencia de estratos continuos de caliza. La presencia en los suelos de un epipedónmollico descansa directamente encima de un horizonte petrocálcico, cementado por carbonato de calcio, el primer horizonte presenta colores muy oscuros, la estructura por lo general en bloques sub-angulares medios y fuertes, la consistencia es suelta en seco y friable en húmedo, y ligeramente adherible y plástica en mojado, el pH

presentado va desde 7.5 a 8.5, mientras que el espesor del suelo es de 30 cm a 2 m.

3.1.5 Vegetación

a) Vegetación nativa de la reforestación

Comprende bosque de pino asociado con matorral Crasi-Rosulifolios espinoso, pastizal natural y chaparral; que se encuentran en las laderas medias, y el chaparral con mayor densidad en las partes bajas de la sierra (CETENAL, 1977).

El área presenta aún, en las partes más altas de la Sierra de Zapalinamé, ejemplares de *Pinus cembroides* que han perdurado durante muchos años, desde 1961, se inició el plan de reforestación. Pretendiendo lograr con ella la protección del suelo, fortalecer la diversidad de especies, generar hábitat para la fauna y ofrecer un paisaje armonioso a la entrada de la ciudad de Saltillo (Gutiérrez y Salazar, 1986).

b) Vegetación inducida en la reforestación

La Sierra de Zapalinamé según Oviedo, (1980), anteriormente se encontraba cubierta de masas boscosas con predominancia de *Pinus cembroides*. Estas fueron desapareciendo con el tiempo debido principalmente a la sobreutilización del recurso y a un pastoreo excesivo, ocasionando altos grados de erosión en el área.

Debido a lo anterior, las alternativas de recuperación que se consideraron pertinentes a desarrollar consistieron principalmente en la introducción de especies forestales llevándose a cabo diferentes etapas, mismas que se describen a continuación:

- Primera Etapa. De 1960-1961; Se plantaron 200 ha, con:

Pinus halepensis (pino helepo)

Pinus ayacahuite (Pino ayacahuite)

Pinus cembroides (Pino piñonero)

Cupressus arizonica (Ciprés)

Agave spp. (Maguey)

- Segunda Etapa. De 1966-1968; Plantación de 154 ha, con:

Pinus halepensis.

Ligustrum japonicum.

Melia azedarach.

Fraxinus spp.

Cupressus sempervirens.

- Tercera Etapa. 1972; Repoblación de 90 ha, con *Pinus halepensis.*

- Cuarta Etapa. 1973; Plantación de 112 ha, con:

Pinus halepensis.

Cupressus arizonica.

- Quinta Etapa. 1974; Plantación de 98 ha, con:

Pinus halepensis.

Pinus halepensis var. brutia.

- Sexta Etapa. 1975; Plantación de 256 ha, con:

Pinus halepensis.

- Séptima Etapa. 1976; Plantación de 434 ha, con:

Pinus halepensis.

Pinus cembroides.

- Octava etapa. 1977; Plantación de 17 ha, Con:

Pinus halepensis var. Brutia Tenh.

Pinus cembroides Zucc.

Cupressus sempervirens Linn.

Cupressus arizonica Greene.

Ligustrum japonicum.

Melia azedarach Linn.

Fraxinus spp.

3.2 Procedimiento Experimental

Para la realización de este estudio se tomó una fotografía digital del Sistema de Información Geográfica (SIG), para incrustar sobre el mapa tres líneas horizontales a diferente altitud de la falda donde está situada la reforestación de Zapalinamé, es decir, se estableció una línea en la parte baja, otra en la parte media y una más en la parte superior. Entre cada línea se estableció una distancia de 400 metros de longitud entre línea; estas líneas tuvieron una longitud de 2330 metros sobre las cuales se seleccionaron 10 árboles por línea con una distancia de 230 metros entre árbol y árbol. Cabe señalar que la referencia principal para seleccionar un árbol fue que tuvieran presentes conos de primer y segundo año. Tal como fue realizado por Díaz, (1985).

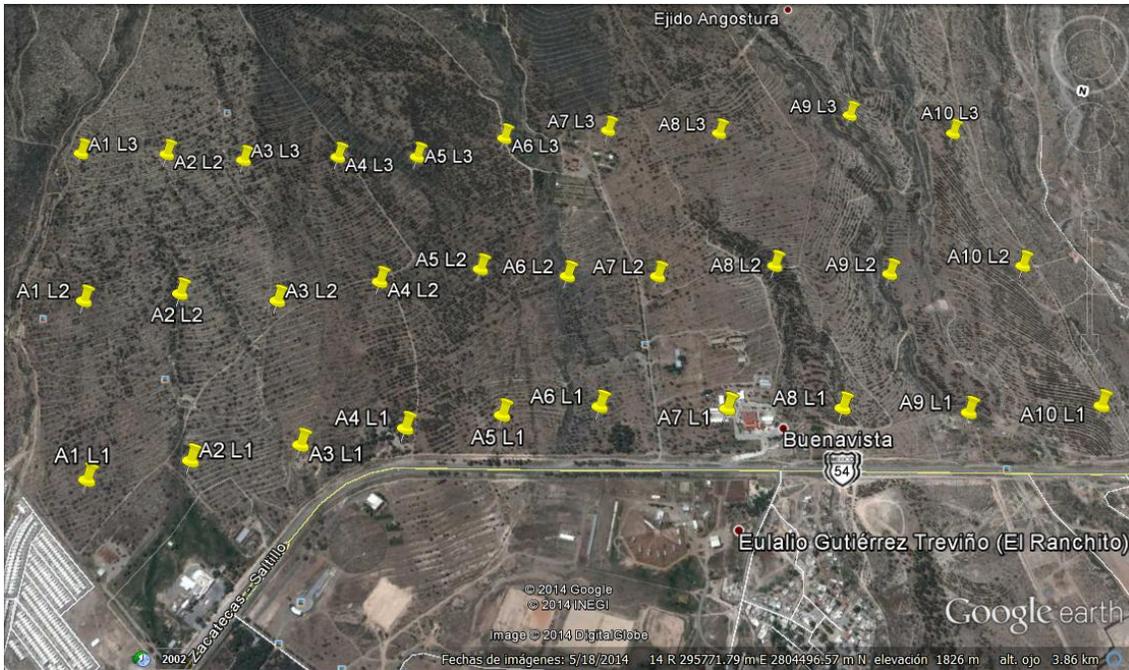


Figura 2. Fotografía satelital del área del área de estudio

3.3 Variables medidas

Medidas Dasométricas. A los arboles seleccionados se les midió la altura, diámetro y cobertura de copa, utilizando para ello una pistola haga, cinta métrica, forcípula, cinta diamétrica. Estas medidas fueron tomadas para ver el efecto de estos en la producción de conos y semillas.

Observaciones en los conos de segundo año.

- Forma (Cónico, Colapsado)
- Sano
- Dañado
- Agente causal

Observaciones en las semillas

- Numero de semillas totales
- Semillas sanas

- Semillas dañadas
- Agente causal

Además a nivel de campo se evaluó la regeneración natural que existía alrededor de cada árbol en una superficie de 100 m², y las condiciones edáficas, florísticas y otros factores que estaban presentes en el sitio de muestreo.

Finalmente los insectos colectados tanto a nivel de campo como los extraídos de conos y semillas fueron colocados en frascos con alcohol al 70% para su identificación.

3.4 Colecta de conos y su análisis

Para la colecta de conos nos apoyamos con un GPS para la ubicación de los arboles a muestrear y así poder llegar fácilmente a punto requerido.

De cada árbol seleccionado se colectaron al azar 5 conos de primer año y 5 conos de segundo año y fueron colocados en bolsas de papel estraza debidamente etiquetados con la línea y árbol al que pertenece; en total se colectaran 50 conos de primer año y 50 conos de segundo año por línea teniendo un total de muestra de 300 conos; estos conos fueron llevados al laboratorio de muestras del departamento forestal para su respectivo análisis. Los conos de primer año fueron abiertos manualmente con el auxilio de un bisturí o navaja y a los conos de segundo año se sometieron a su secado en una estufa para extraerle las semillas y posteriormente se procedió a su análisis.



Figura 3. Colecta de conos de *Pinus halepensis*., en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

Cuando el árbol era seleccionado para la toma de muestras se ubicaba en forma puntual sus coordenadas con un GPS para tener la ubicación exacta del árbol, se tomaban las medidas dasométricas como es: altura, diámetro, cobertura de copa y también su condición fenológica, es decir, si era un árbol joven, maduro o viejo, todo ello era registrado en la hoja de campo. Por otra parte se hacía el conteo de manera visual de la cantidad total de conos que pudiera tener el árbol de primer y segundo año, así como también la cantidad de conos dañados o que presentaran síntomas de daños.

Por otra parte se colectaron conos con diferentes síntomas o grado de afectación así también se colectaron algunos insectos que se encontraban posados sobre los conos o cerca de ellos.



Figura 4. Conos con diferentes signos de afectación., en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

3.5 Extracción de la semilla y su análisis

Para la extracción de la semilla los conos colectados fueron sometidos a un proceso de secado tal como lo recomienda Krugman y Jenkinson (1974), en una estufa BLUE M Electri Compani (BLUE ISLAND, ILLINOUS U.S.A.), donde se dejaron por un periodo de cinco días a una temperatura de 75 °C, quedando totalmente secos; lo que facilitó la extracción de la semilla de manera manual.



Figura 5. Estufa de secado BLUE M Electri Compani (BLUE ISLAND, ILLINOUS U.S.A.)

3.6 Conteo de semilla

Una vez que se hizo la extracción de la semilla se procedió al conteo de las mismas, de acuerdo al número de árbol y línea en la que se colecto, también se hizo un análisis de daño, siguiendo las recomendaciones de Stein y otros 1974, Turnbull (1975), que señalan que cuando se trata de cantidades de semilla pequeñas, la separación de las alas puede realizarse manualmente, bien frotando las semillas entre las manos o contra un cedazo o superficie rugosa, bien frotándolas también a mano dentro de una bolsa de tela o haciéndolas pasar, entre dos paños o en una bolsa de tela, por el espacio que queda entre una superficie de caucho abajo y un rodillo arriba. Además cuando se trata de cantidades grandes, recomiendan separar las alas por medios mecánicos.

En este caso se hizo el conteo de manera manual, y se hizo la extracción de muestra por muestra (Figura 6); no se utilizó ningún almacenamiento por que no se trató de una gran cantidad de conos, de tal manera que después de ser contadas las semillas se etiquetaron para proceder a su análisis de pureza por medio de flotación en alcohol.



Figura 6. Extracción y conteo de semillas de *Pinus halepensis*.

Aunado a lo anterior se llevó un registro de la semilla de cada muestra cuantificando el total de semilla obtenida en los conos de cada árbol de cada línea (Cuadro 1).

Cuadro 1. Total de semillas obtenidas en una muestra de 3 conos por árbol en cada línea.

Total De Semillas	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	Totales
Línea 1	4	0	42	0	3	0	0	8	0	0	57
Línea 2	12	0	11	33	5	10	32	0	6	4	113
Línea 3	10	13	10	4	3	12	6	4	6	3	71
										Total	241

3.3 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i.

E_{ij} = Error aleatorio, donde $E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis de la Varianza para el modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$

H₀: $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

H_a: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

El procedimiento para el análisis de los datos para este estudio se realizó con el software estadístico Statistical Analysis System (SAS). Con este programa se realizó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey, para comparar las medias de las variables evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la altura en relación a la producción de conos de primer y segundo año

En el Cuadro 2, se muestra el efecto de las categorías de altura del arbolado de *Pinus halepensis* observado en las tres líneas de muestreo utilizadas en este estudio, como se puede ver las categorías dominante fue la de 5.1-10 metros la que tuvo mayor número de árboles con 24 árboles, mientras que las otras categorías solo mostraron 3 árboles cada una de ellas.

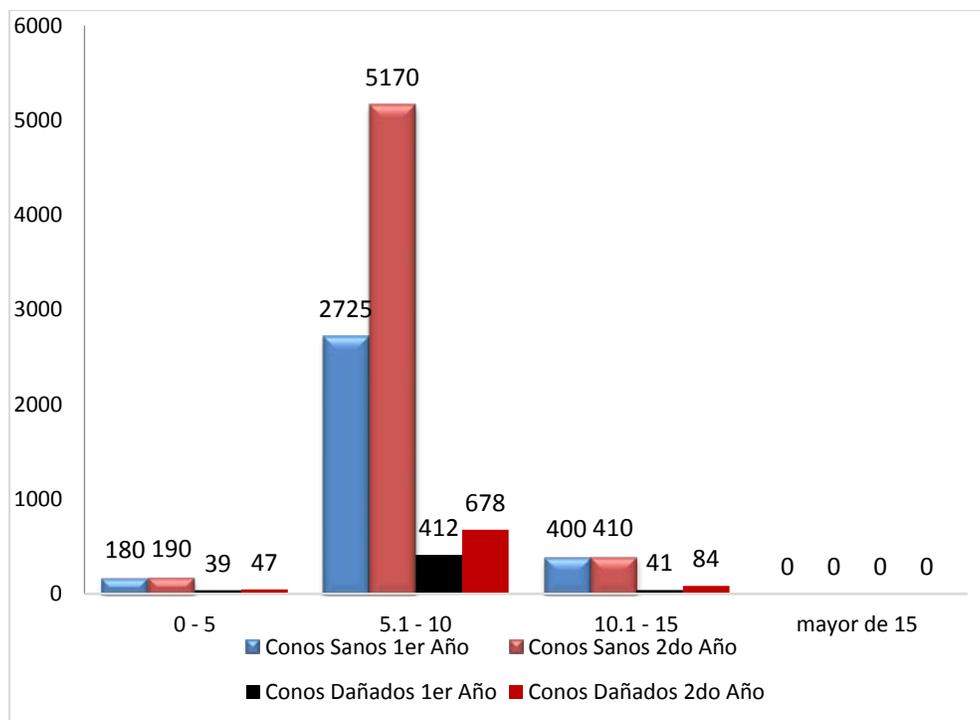
Cuadro 2. Efecto de la altura del arbolado en relación a la producción de conos sanos y dañados en *Pinus halepensis*.

Categoría de altura (m)	No. de árb. en las 3 líneas	Núm. de conos		Conos afectados		% de daño	
		1 ^{er} año	2 ^{do} año	1 ^{er} año	2 ^{do} año	1 ^{er} año	2 ^{do} año
0 - 5	3	180	190	39	47	21.7	24.7
5.1 - 10	24	2725	5170	412	678	15.1	13.1
10.1 - 15	3	400	410	41	84	10.3	20.5
mayor de 15	0	0	0	0	0	0.0	0.0

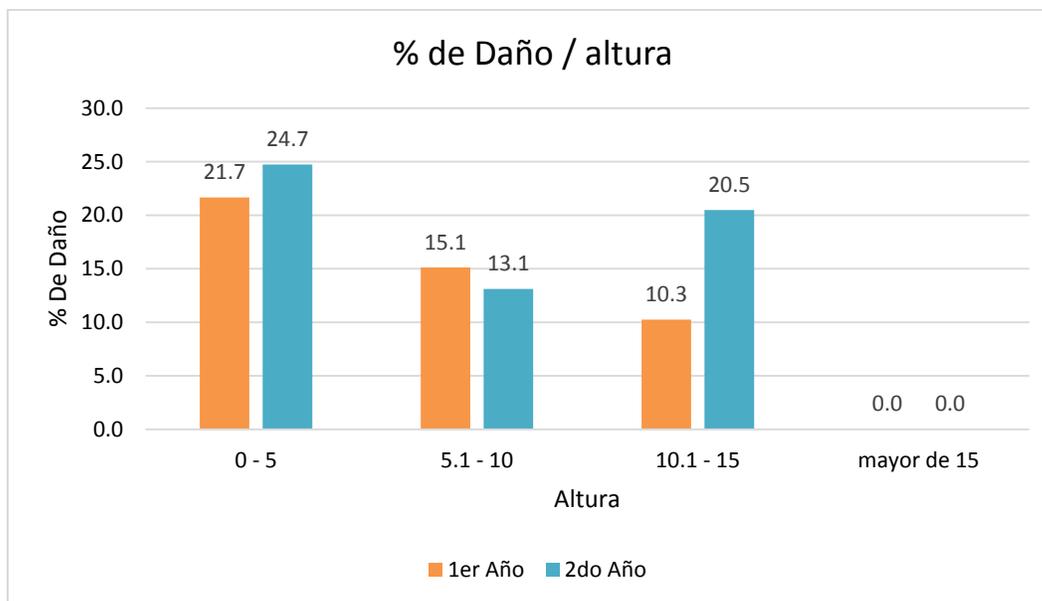
En la categoría de altura de 5.1-10 m fue donde se presentó el mayor número de conos de primer año y segundo año con 2725 y 5170, sumando los conos de todos los arboles; de los cuales el 412 de conillos primer año y el 678 de conos de segundo año se encontraban afectados por insectos principalmente. Para conos de primer y segundo año la categoría de altura que mostró el mayor porcentaje de conos dañados fue la de 0-5 m de altura con 21.7 y 24.7% de afectación. Es importante señalar que estas categorías fueron de las que presentaron el mayor porcentaje de conos dañados. En resumen, la categoría que presenta el mayor número de conos formados es 5.1-10 m de altura, pero también la categoría de 0-5 m presenta el mayor porcentaje de conillos y conos dañados. Estos resultados se muestran en forma más evidente en la Gráfica 1, donde se muestra el número de conos sanos y dañados. De igual forma en la

gráfica 2 se muestra esta información, con los datos en porcentaje y como se puede observar en la categoría 0-5 a pesar de que hubo menos conos formados es donde se presentan el mayor porcentaje de conos dañados tanto de primer y segundo año, esto tal vez se deba a su menor juvenilidad o a menor vigor de las plantas aunque estas variables no fue registrado, pero la literatura consultada revela que en los pinos se presenta este efecto sobre la producción de conos.

El estudio realizado por Díaz (1985), señala que el factor de mayor mortalidad para conillos en un bosque de *Pinus cembroides* fue el insecto *Conophtorus cembroides* con el 41.35% de mortalidad de una muestra total de 4503 conillos observados; el segundo factor 35.24% de mortalidad y luego se agregan otros porcentajes correspondientes a otros factores de mortalidad para sumar un total de 97.17% de mortalidad sobreviviendo menos del 3% de los conillos inicialmente marcados. Sin embargo para algunos ecólogos y fisiólogos como Odum (1972), Dajoz (1974), Meyer (1976) y otros señalan que este porcentaje de sobrevivencia es suficiente para regenerar el bosque.



Grafica 1. Total de conos formados de primer y segundo año, en relación a la categoría altura.



Grafica 2. Porcentaje de conos dañados de primer y segundo año en relación a la categoría de altura.

El análisis de varianza realizado con estos datos (Cuadro 3), revela que existe diferencia altamente estadística entre los rangos de alturas en cuanto a la producción y mortalidad de conos, mientras que la prueba de Tukey (Cuadro 4) establece que solo existe diferencia numérica mas no estadística entre los rangos de altura y la producción y mortalidad de conos.

El hecho de que la prueba de Tukey no mostrara diferencia estadística sino solamente numérica esto indica que existe un alto coeficiente de variación en las muestras tomadas, ya que resulto difícil encontrar que todos árboles tuvieran la formación de conillos en forma uniforme, es decir, algunos tenían muchos conos y otros pocos conos.

Cuadro 3. ANVA del efecto de la altura en relación a la producción de conos

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
MODELO	7	16569882.27	2367126.04	1.89	0.1742
ERROR	10	12521825.45	1252182.55		
TOTAL	17	29091707.72			

R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media
0.569574	192.1706	1119.010	582.3000

Cuadro 4. Medias del efecto de altura en relación a la producción de conos por línea y la agrupación Tukey

t	Medias	Agrupación Tukey	n
2	1923.3	A	3
1	1101.7	A	3
4	269.7	A	3
3	164	A	3
6	19.4	A	3
5	15.7	A	3

4.2. Efecto del diámetro en relación a la producción de conos de primer y segundo año

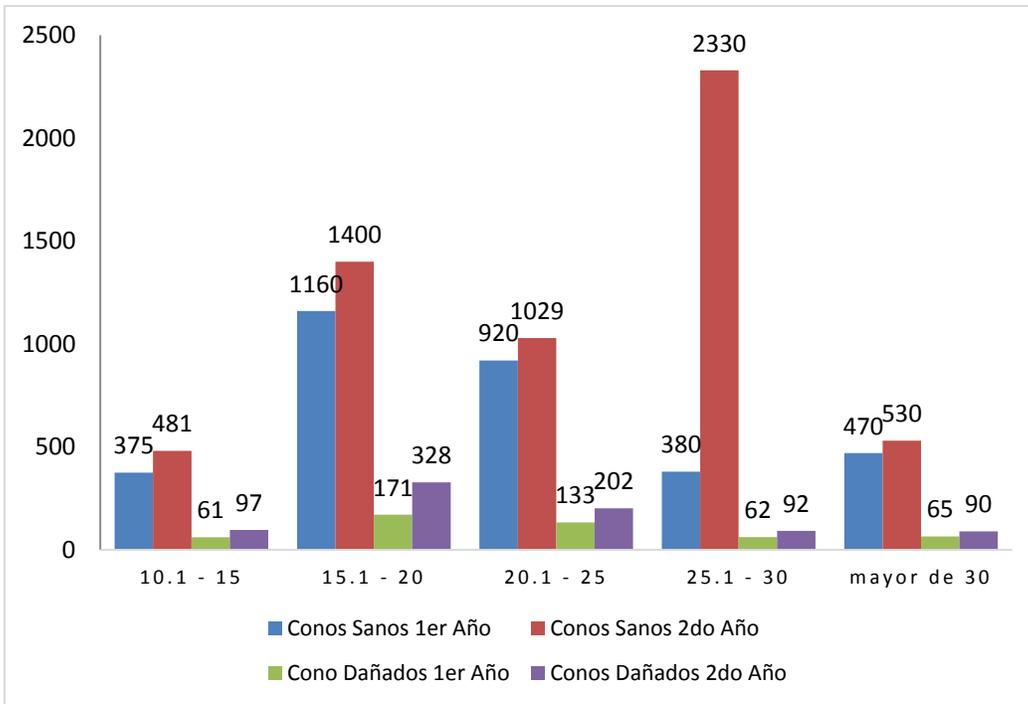
En el Cuadro 2, se muestra el efecto de las categorías diamétricas del arbolado de *P. halepensis* observado en las tres líneas de muestreo utilizadas en este estudio, y como se puede ver las categorías dominantes fueron las de 15.1-20 y 20.1-25 cm con 9 árboles cada categoría, son pocos los arboles presentes mayores a esta categoría.

Cuadro 5. Efecto del diámetro del arbolado en relación a la producción de conos sanos y dañados en *Pinus halepensis*.

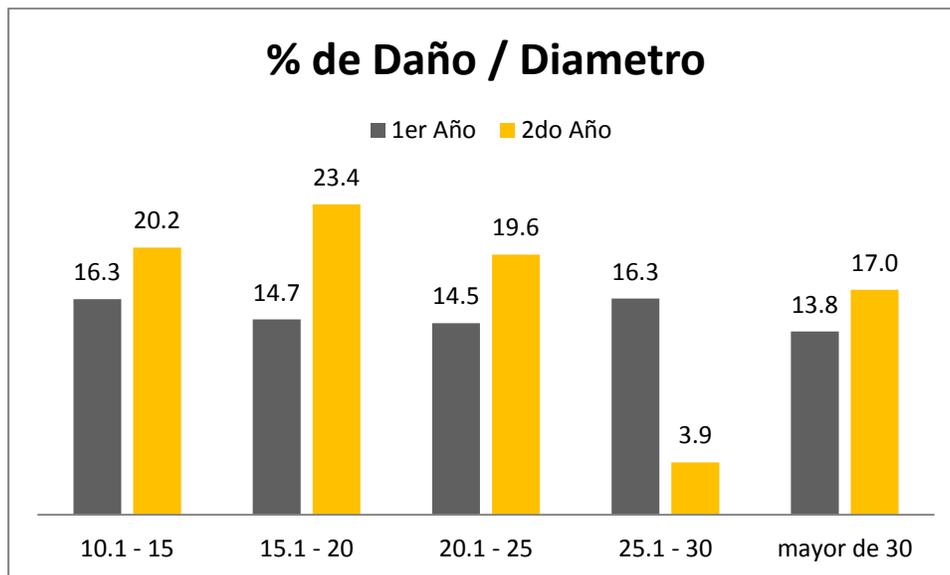
Categoría de diámetro (cm)	No. de árb. en las 3 líneas	Núm. de conos		conos afectados 1 ^{er} año	conos afectados 2 ^{do} año	% de daño 1 ^{er} año	% de daño 2 ^{do} año
		1 ^{er} año	2 ^{do} año				
10.1 - 15	6	375	481	61	97	16.3	20.2
15.1 - 20	9	1160	1400	171	328	14.7	23.4
20.1 - 25	9	920	1029	133	202	14.5	19.6
25.1 - 30	3	380	2330	62	92	16.3	3.9
mayor de 30	3	470	530	65	90	13.8	17.0

En la categoría diamétrica de 15.1-20 cm fue donde se presentó el mayor número de conos de primer año y segundo año con 1160 y 1400, respectivamente. De los cuales el 14.7% de conillos y el 23.4% de conos de segundo año se encontraban afectados por insectos principalmente. Es importante señalar que estas categorías fueron de las que presentaron el menor porcentaje de conos de primer año dañados a excepción del diámetro de la categoría mayor de 30 cm, que mostro el 13.8% de afectación de primer año. Para conos de segundo año la categoría diamétrica que mostro el mayor porcentaje de conos dañados fue la categoría de 15.1-20 fue de 23.4% de afectación. En resumen, estas dos categorías son las que presentan el mayor número de conos formados pero también el mayor número de conillos y conos dañados.

Estos resultados se muestran en forma más evidente en la Gráfica 3, donde se muestra el número de conos sanos y dañados.



Grafica 3. Total de conos formados de primer y segundo año, en relación a la categoría diamétrica.



Grafica 4. Porcentaje de conos dañados de primer y segundo año en relación a la categoría de diámetro.

El análisis de varianza realizado con estos datos revela que existe diferencia significativa entre las categorías diamétrica y la relación de conos sanos y dañados, mientras que la prueba de Tukey revela que la categoría diamétrica de 15.1 – 20 cm y la de 10.1-15 cm ocupan un primer grupo en la mortalidad de conillos de primer y segundo año, mientras las categorías de 20.1 -30 cm de diámetro ocupan un segundo lugar en el agrupamiento de la prueba de Tukey mostrando menor tasa de mortalidad en conillos.

Cuadro 6. ANVA del Efecto del diámetro en relación a la producción de conos.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FACTOR	9	5923969.593	658218.844	5.80	0.0005
ERROR	20	2269798.054	113489.903		
TOTAL	29	8193767.647			

R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media
0.722985	95.92603	336.8826	351.1900

Cuadro 7. Medias del efecto del diámetro normal en relación a la producción de conos por línea y la agrupación Tukey.

t	Medias	Agrupación Tukey	n
2	1154	A	5
1	661	B A	5
4	161.8	B	5
3	98.4	B	5
6	16.8	B	5
5	15.1	B	5

4.3. Efecto de la Cobertura de Copa en relación a la producción de conos de primer y segundo año

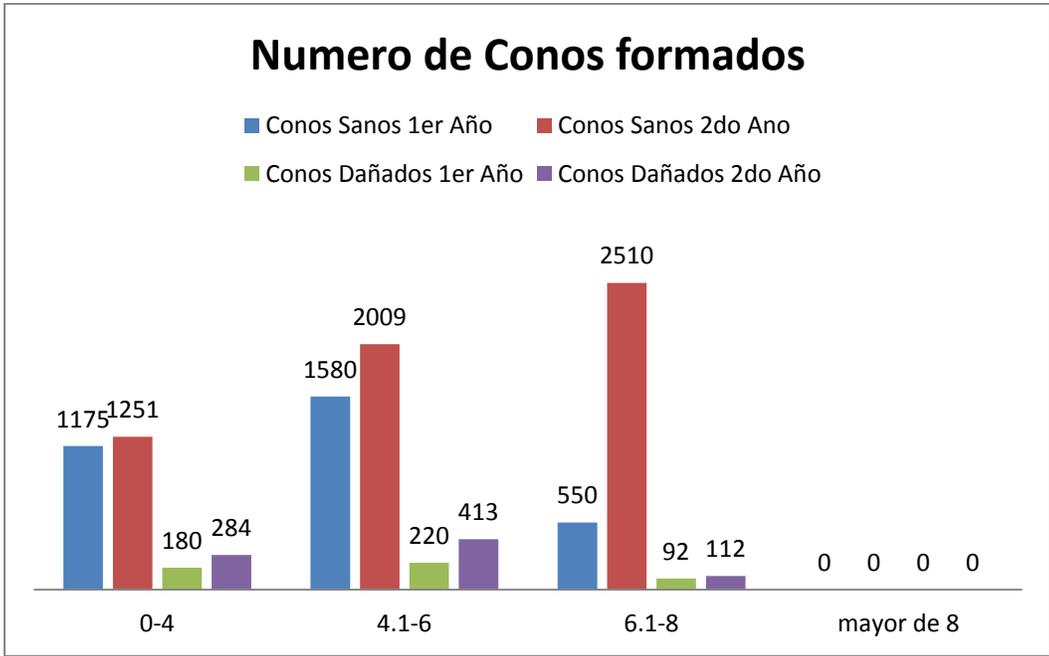
En el Cuadro 8, se muestra el efecto de las categorías de cobertura de copa del arbolado de *P. halepensis* observado en las tres líneas de muestreo utilizadas en este estudio, y como se puede ver las categorías dominantes son 2-4 y 4.1-6 m, teniendo un total de 13 árboles cada una, mientras que la de mayor a esta categorías con 4 árboles.

Cuadro 8. Efecto de la cobertura de copa del arbolado en relación a la producción de conos sanos y dañados en *Pinus halepensis*.

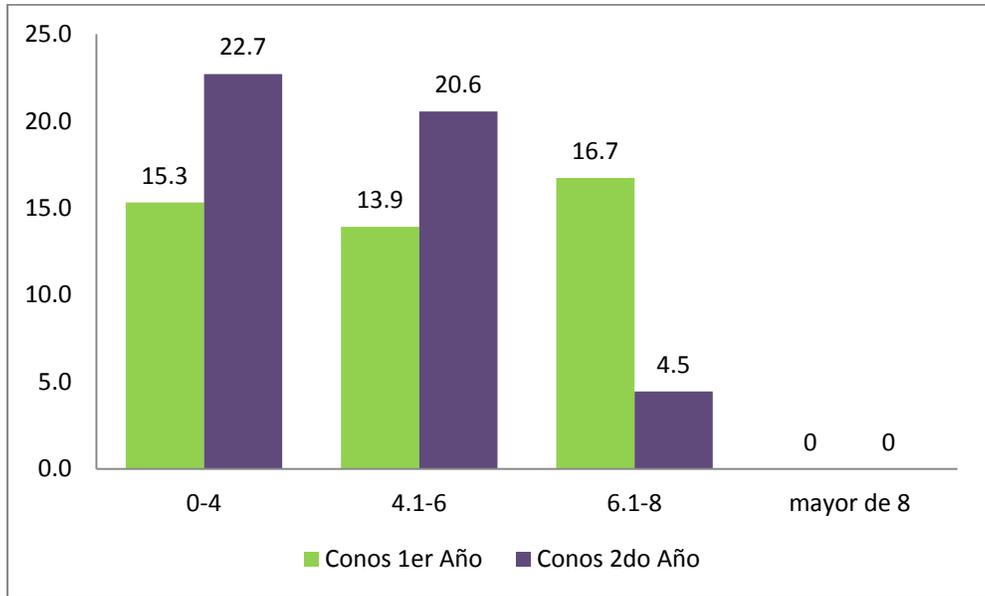
Categoría de cob. de copa (m)	No. de árb. en las 3 líneas	Núm. de conos		Conos afectados		% de daño 1 ^{er} año	% de daño 2 ^{do} año
		1 ^{er} Año	2 ^{do} Año	1 ^{er} año	2 ^{do} año		
2-4	13	1175	1251	180	284	15.3	22.7
4.1-6	13	1580	2009	220	413	13.9	20.6
6.1-8	4	550	2510	92	112	16.7	4.5
mayor de 8	0	0	0	0	0	0	0

En la cobertura de copa la categoría que tienen el mayor número de conos es la de 4.1-6 con 1580 conillos en primer año y 2009 en segundo año. De los cuales el 220 conillos de primer año y los 413 conos de segundo año se encontraban afectados por insectos principalmente. Para conos de primer año la categoría diamétrica que mostro el mayor porcentaje de conos dañados fue la de 6.1-8 m con 16.7%, mientras que los de segundo año fue la de 2-4 m con 22.7% de afectación. En resumen, la categoría que presentan el mayor número de conos formados es 4.1-6 m de cobertura de copa, y la categoría de 2-4 presenta el mayor porcentaje de conillos y conos dañados.

Estos resultados se muestran en forma más evidente en la Gráfica 5, donde se muestra el número de conos sanos y dañados.



Grafica 5. Total de conos formados de primer y segundo año, en relación a la cobertura de copa.



Grafica 6. Porcentaje de conos dañados de primer y segundo año en relación a la cobertura de copa.

El Cuadro 9 muestra el análisis de varianza (ANVA) para los datos de cobertura de copa con relación a la formación de conos sanos y dañados, como se puede observar el análisis revela que existe diferencia altamente significativa entre las diferentes coberturas de copa con relación a la existencia de conos sanos y dañados. Mientras que la prueba de Tukey todas las categorías estadísticamente producen diferente cantidad de conos.

Cuadro 9. ANVA del efecto de la cobertura de copa en relación a la producción de conos

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FACTOR	1	3023947.1	3023947.1	9.9378551	4.13001
ERROR	34	1034571.1	304285.797		
TOTAL	35	13369664.2			

R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media
0.320412	33.73542	1.574319	4.666667

Cuadro 10. Medias del efecto de cobertura de copa en relación a la producción de conos por línea y la agrupación Tukey.

Líneas	Medias	Agrupación Tukey	N
2	1442.5	A	3
1	826.3	B	3
4	202.3	C	3
3	123	C	3
6	16.5	C	3
5	15.2	C	3

4.4. Discusión del efecto de las medidas dasométricas en relación a la producción de conos y factores de daños

La reproducción en las plantas tiene un costo que resulta de un equilibrio con el desarrollo de otros caracteres (Thomas, 2011). Así, aunque la asignación reproductiva, definida como la proporción de los recursos totales utilizadas en estructuras reproductivas (Bazzaz *et al.*, 2010) se incrementa con el tamaño del árbol, se ha demostrado en *Pinus halepensis* Miller que una alta producción de conos no es compatible con una tasa de crecimiento vegetativo alta (Climent *et al.*, 2008). Por otro lado, (Sampedro *et al.*, 2011) demostraron que existe una correlación negativa entre el crecimiento y la inversión en defensa. Estos resultados apuntan a que los árboles sufren una reducción de su tasa de crecimiento cuando otras funciones biológicas más 'urgentes' (como reproducción o defensa) requieren recursos.

En diferentes especies forestales, tanto coníferas como frondosas, se ha encontrado una correlación inversa entre el tamaño y la producción de semillas a nivel de árbol. Por otro lado, se ha comprobado que tras una intensa producción de semillas se produce durante un tiempo una reducción del crecimiento (Thomas, 2011).

Las compensaciones que se observan entre crecimiento y reproducción en los árboles forestales están moduladas por las fluctuaciones ambientales lo que complica la interpretación de los factores causales. Bell (1980), estableció que los factores ambientales con efectos opuestos sobre el crecimiento y la reproducción pueden llevar a determinar falsas relaciones negativas entre estas dos respuestas. Con una perspectiva un poco diferente, Knops *et al.* (2007) concluyeron que las oscilaciones de crecimiento asociadas con la producción de semillas eran debidas a los efectos directos de las precipitaciones sobre ambos factores y, que una vez eliminado estos efectos, no se encontraban evidencias de compensaciones entre ambos factores. Por tanto, es claro que cualquier intento de evaluar la relación entre crecimiento y reproducción debe considerar el clima.

La reproducción en las plantas conlleva compromisos con otros aspectos como el crecimiento o la respuesta al estrés ambiental. Así por ejemplo, se ha demostrado que una alta producción de conos no es compatible con tasas de crecimiento radial elevadas en el caso de *Pinus halepensis* Mill. Aunque existe un cierto consenso sobre la importancia de la variabilidad ambiental sobre el impacto de estos equilibrios entre crecimiento y reproducción, no se han realizado hasta la fecha estudios que ligen estos aspectos. El objetivo principal de este trabajo fue determinar la relación entre la producción de conos y el crecimiento radial de *Pinus pinaster* Ait., en la Meseta Castellana bajo diferentes condiciones climáticas.

Las gráficas muestran una comparación similar al estudio realizado por Prieto y Martínez (1993), donde realizaron un análisis de conos y semillas en dos áreas semilleras de *Pinus cooperi*, localizadas en la UCODEFO 3 “San Miguel de Cruces”, Durango. El objetivo fue determinar a nivel de cono, el potencial productivo de semillas, el porcentaje de semillas llenas y vanas y el porcentaje de germinación. Los parámetros comparados en este estudio se comparan con estudios que se ha realizado, teniendo resultados similares en estudio que han llevado a cabo en diferentes partes de la región y en diferentes especies de pinos.

Uno de los trabajos de González *et al.* (1984), al evaluar la supervivencia de conos y semillas de *Pinus montezumae* en áreas bajo silvicultura intensiva, reportaron una mortalidad total de conos del 88.6%, del cual el 66.6% se atribuyó a los factores biológicos. Por otra parte, Varela (1992) realizó un estudio de *Pinus ayacahuite* Var. *Ehrenberg* en el ejido Carrizal de Bravos, Municipio de Leonardo Bravo, Guerrero. Mediante el método de análisis de conos, identificó y cuantificó los factores causantes de la pérdida de semilla y basándose en pruebas de germinación, estimó la cantidad de plántulas disponibles para la regeneración.

En Madera, Chihuahua, Narváez (1993), estudió la eficiencia de producción de semillas en *Pinus arizonica*, donde encontró que el potencial productivo de semillas por cono fue de 88, de las cuales solo un 47.8% resultó potencialmente viable.

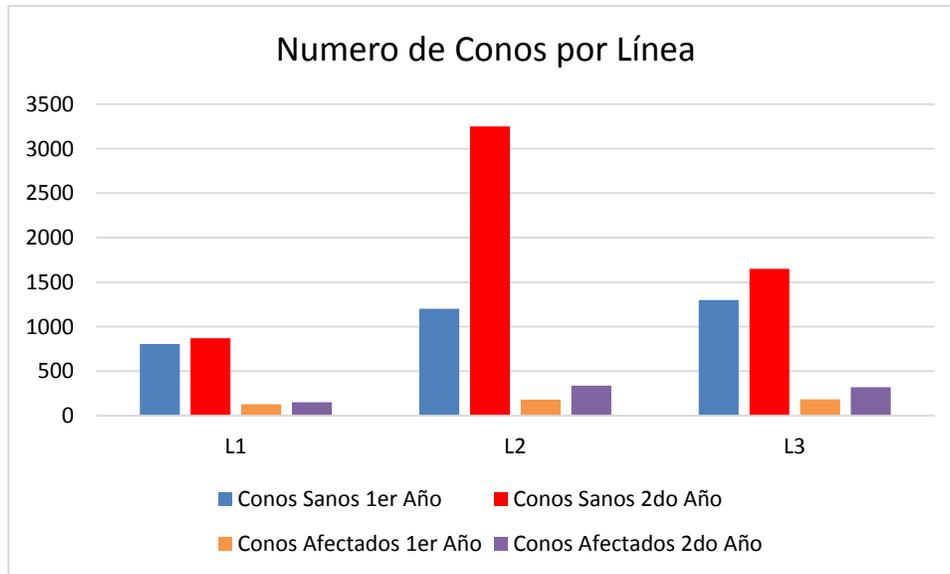
4.5. Comparación de la mortalidad de conos en las tres líneas de muestreo.

La mayor producción de conos se presenta en la línea 3 con 1300 conos de primer año y, seguido de la línea 2 con 1200 y por último la línea 1 con 805 conos (Cuadro 11). En la línea 3, 183 son conos afectados seguido de la línea 2 con 180 y la línea 1 con 129 conos afectados de primer año. Para los conos de segundo año la línea 2 presenta el mayor número de conos con 3249 conos, seguido de la línea 3 con 1650 y 871 para la línea 1. De los cuales 338 conos afectados para la línea 2, 319 para la línea 3 y 152 para la línea 1. La línea con el mayor porcentaje de daño de primer año es la 1 con 16.02% y la de menor porcentaje la 3 con 14.07%, para los de segundo año la de mayor porcentaje es la línea 3 con 19.33% y la de menor es la 2 con 10.40% de daños. En resumen podemos decir que la línea 3 tiene el mayor número de conos de primer año y la línea 2 el mayor número de conos de segundo año, mientras que en daños el primer año presenta el menor porcentaje.

Cuadro 11. Total de conos por línea del arbolado de *Pinus halepensis* Miller.

Líneas	No. de árb. por línea	Núm. de conos		conos	conos	% de	% de
		1 ^{er} año	2 ^{do} año	afectados 1 ^{er} año	afectados 2 ^{do} año	daño 1 ^{er} año	daño 2 ^{do} año
L1	10	805	871	129	152	16.02	17.45
L2	10	1200	3249	180	338	15	10.40
L3	10	1300	1650	183	319	14.07	19.33

Estos resultados se muestran en forma más evidente en la Gráfica 7, donde se muestra el número de conos sanos y dañados por cada línea.



Grafica 7. Muestra la cantidad de conos sanos y dañados en las tres líneas de muestreo.

El Cuadro 12 muestra el análisis de varianza (ANVA) para los datos de las tres líneas con relación a la formación de conos sanos y dañados, como se puede observar el análisis revela que existe diferencia altamente significativa entre las líneas destacando que la línea que tiene mayor auge en los estadísticos es la línea 2 seguido de la línea 3 y al final la línea 1, en relación a la existencia de conos sanos y dañados. Mientras que la prueba de Tukey indica que todas las categorías estadísticamente producen diferente cantidad de conos.

Cuadro 12. ANVA del total de conos en las 3 líneas.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FACTOR	7	9701841.44	1385977.35	5.90	0.0064
ERROR	10	2348392.87	234839.29		
TOTAL	17	12050234.32			

R-cuadrada	C.V	Raíz CME	MEDIA
0.805116	83.32647	484.6022	581.5706

Cuadro 13. Medias del total de conos en las 3 líneas y la agrupación Tukey

Líneas	Medias	Agrupación Tukey	n
1	1923.3	A	3
2	164	B	3
3	15	B	3

4.6. Conteo y análisis de viabilidad de la semilla

En el (Cuadro 14), se presenta el total de semillas en las tres líneas donde se realizó el estudio, y se obtuvo mayor número de semillas en la línea 2 con un total de 113 semillas, de las cuales 21 son sanas y 92 son dañadas o están vanas; seguido de la línea 3 con un total de 71 semillas, de estas 14 sanas y 57 dañadas y al último la línea 1 con 51 semillas, donde 5 son sanas y 52 dañadas. En el porcentaje de daños podemos recalcar que la línea 3 es la que presenta el mayor porcentaje de semillas sanas y dañadas mientras que la línea 1 presenta el menor porcentaje de semillas sanas y dañadas. En resumen podemos decir que el 83.4% son semillas vanas o dañadas y el 16.6% son semillas sanas, esto se atribuye a que las semillas son dañadas desde el cono por insectos, respectivamente.

Cuadro 14. Total de semillas del arbolado por línea y separación de semillas sanas y dañadas de *Pinus halepensis*.

Líneas	Total De Semillas	Semillas Sanas	Semillas Dañadas	% De Semillas Sanas	% De Semillas Dañadas
Línea 1	51	5	52	12.5	26
Línea 2	113	21	92	52.5	46
Línea 3	71	14	57	35	28

4.7. Causa de muerte de conos y semillas

Los daños por estos insectos carpófagos derivan directamente de la actividad trófica de sus larvas que se alimentan de los frutos durante su desarrollo y que provocan una disminución de la capacidad germinativa de las semillas, perdidas de tamaño y peso y una caída temprana de las bellotas (Del planque, 1986; Soria *et al.*, 1999).

En el (Cuadro 15), se muestra los principales insectos que se encontraron como resultado en el estudio siendo los principales y de acuerdo a las características encontradas en los conos y semillas.

En este estudio no se alcanzó a precisar la cuantificación de daños causados por cada uno de estos factores ya que el piquete de su rostrum es tan fino que no se alcanza a ver ni a nivel de microscopio mucho menos a simple vista, pero sin embargo la evidencia de la presencia de estos insectos si nos consta al verlos posados sobre conillos y conos y sobre el mismo follaje.

De esto se deduce que estos insectos son la causa principal de los conos colapsados y de las semillas abortadas, por otra parte también se le atribuye a causas desconocidas que de alguna manera están afectando los conos y que por ende la semilla presenta inviabilidad, provocando que no exista una buena producción de semillas y regeneración natural.

Estos insectos limitan la cosecha de semilla viable , los cuales afectan las estructuras de fructificación de árboles infestados y algunos pueden afectar también brotes y las yemas, sin embargo no causan la muerte de árboles, ni reducen el crecimiento.



Figura 7. Cono colapsado de *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé.



Figura 8. Prueba de viabilidad de semillas de *Pinus halepensis*, mostrando la semillas sana y dañada.

En el (Cuadro 15), se muestra que de cada 10 árboles muestreados se observaron que en la línea 1, 9 árboles presentaban síntomas de *Tetyra bipinctata*, 8 *Leptoglossus occidentalis*, 4 *Dioryctria erythropasa* y 3 *Cecidomyia bisetosa* Gagne. Mientras que la línea 2, 7 árboles presentaban daños de *Tetyra bipinctata*, 8 *Leptoglossus occidentalis*, 4 *Dioryctria erythropasa* y 3 *Cecidomyia bisetosa* Gagne y por último la línea 3, con 8 árboles con daños de *Tetyra bipinctata*, 8 *Leptoglossus occidentalis*, 4 *Dioryctria erythropasa* y 3 *Cecidomyia bisetosa* Gagne.

Cabe mencionar que se muestrearon 10 árboles por línea de los cuales solo se representan en el cuadro los que presentaban características de daño.

Cuadro 15. Insectos que están causando daños en el arbolado de *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé

Insectos	Número de árboles con síntomas de daño en conos.		
	Línea 1	Línea 2	Línea 3
<i>Tetyra bipinctata</i>	9	7	8
<i>Leptoglossus occidentalis</i>	8	7	7
<i>Dioryctria erythropasa</i>	4	2	3
<i>Cecidomyia bisetosa</i> Gagne.	3	1	2

Tetyra bipuctata (Herrich-Schaeffer). Hemíptera-Scutelleridae

Los adultos en vista dorsal tienen forma de escudo; al sellar el cuerpo varía de amarillento a café rojizo oscuro y está densamente marcado con un moteado gris oscuro y puntos negros; presenta una superficie aterciopelada. Los huevecillo son casi esféricos; miden 1.4 mm de ancho por 1.7 mm de largo; son de color verde oscuro recién ovipositados y cambian a rojizo cuando el embrión se desarrolla. Las ninfas son ovales, cuando jóvenes son grises, pero al madurar adquieren un color café rojizo con moteado oscuro, parecido a la coloración de adulto.

Los principales hospedantes son: *Pinus douglasiana*, *P. chihuahuana*, *P. maximinoi*, *P. pseudostrabus*, *P. rudis*, *P. tecote* y *P. helepensis*, con una distribución en los estados de Estado de México, Durango, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León y Coahuila.



Figura 9. *Tetyra bipinctata* (HerrichSchaeffer), en la reforestación de Zapalinamé.

Se presenta una generación al año. En el mes de junio se encuentran las ninfas de último instar y estas alcanzan el estado adulto en ese mismo mes. También se encuentran adultos en los meses de octubre y noviembre. Las ninfas y adultos se han encontrado posados y alimentándose sobre semillas de conos de segundo año, en los cuales insertan su aparato bucal en forma de estilete.

Los daños que se presentan en las semillas es la falta de su desarrollo morfológico, volviéndolas vanas y colapsan con un daño parcial en la superficie del cono se observa evidencia del daño.

En México se ha colectado pocas veces y aunque en el sureste de estados unidos tienen cierta importancia, en México es poco abundante, por lo que no se asigna importancia económica. La forma de manejo es que no se realizan actividades de control sobre esta especie.

Leptoglossus occidentalis Hcidemann. Hemíptera-Coreidae.



Figura 10. *Leptoglossus occidentalis* hcidemann, en la reforestación de Zapalinamé.

Según Arceo, Valenzuela y Cibrián Tovar, (1980); hedlin, et al. (1980); Flores Arellano y Martínez Ramírez, (1984); Pineda Torres y Cibrián Tovar, (1985).

Los principales hospedantes son: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite* var. *Brachyptera*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. engelmanni*, *P. greggi*

y ahora en *P. halepensis*. Y se encuentran en los estados de, Chihuahua, Coahuila, Durango, estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

Se describe las hembras que miden en promedio 19.8 mm de longitud y los machos 15.8 mm. Los adultos son de color café rojizo a gris oscuro y notablemente pubescentes con la parte central más clara y menos pubescente. Los hemélitros son de color café, con una línea transversal blanca y en forma de zig-zag. Las tibia de las patas posteriores presentan proyecciones laminares en aproximadamente el 75% de su longitud.

En México estos insectos presentan hasta 3 generaciones por año, pudiéndose encontrar todos los estados de desarrollo durante el año, incluso en el invierno. Las hembras ovipositan grupos de huevecillos sobre hojas más cercanas a los conillos. Se ha observado que las hembras ovipositan en promedio 73 huevecillos distribuidos en diferentes posturas. Las poblaciones de insectos se incrementan al principio del verano, permaneciendo en ese nivel hasta el otoño.

Las ninfas y adultos causan daños diferentes 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 matar todo el cono. Los adultos también pueden alimentarse de conillos y llegan a causar el aborto de algunos de ellos.

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.

La ampliación de medidas de control solo se justifica en huertos y áreas semilleras o bien en rodales productores de piñones. El uso de insecticidas sistémico, inyectado en el fuste o aplicado 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 tienen la opción adicional de

aplicar insecticidas de contacto. Los tratamientos se deben realizar cuando los conillos están creciendo para formar conos, lo que generalmente sucede en la segunda mitad de abril.

Dioryctria pinicolella (dyar); *D. pinicolella* Amsel. Lepidoptera- Pyralidae.

Dioryctria pinicolella tiene las alas anteriores de una coloración gris con abundantes escamas blanquecinas; las antenas de los machos están ligeramente pectinadas. Las larvas son gris oscuro con tonos verdosos o bien violáceos. Las pupas son cafés oscuro, de aproximadamente 10 mm de longitud y carecen de espinas en los segmentos abdominales. Los huevecillos son ovaes, aplanados, de 1 mm de longitud en su parte más ancha.

Ambas especies presentan de dos a tres generaciones por año. Los estados de desarrollo están superpuestos. Las hembras ponen los huevecillos en la superficie de los conos. Al nacer, las larvas penetran al interior de ellos, en donde se alimentan de los diferentes tejidos. El túnel que practican es ancho y afecta principalmente al eje de cono. Las larvas expulsan excrementos y residuos, de tal manera que su túnel siempre está limpio. El orificio de salida queda cubierto con los materiales expulsados. Las larvas pupan en el interior del cono.



Figura 11. *Dioryctria pinicolella* (dyar).

Hedllin *et al.* (1980); Mutuura y Neunzig (1996); Peña Blancas y Cibrián Tovar (1980), señalan que los hospederos de esta especie son: *Abies religiosa*, *Pinus arizonica*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. ocarpa*, *P. radiata*, *P. rudis*, *Pseudotsuga macrolepis* *D. erythropasa* cuya distribución geográfica es Chiapas, Chihuahua, Durango, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Nuevo León, Coahuila, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Los daños que ocasiona esta plaga son por el efecto de la barrenación que llega a causar la muerte de los conos o de partes de ellos. Por el ataque ocurre un cambio de collar que es fácilmente reconocible, ya que el cono adquiere conos 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 excremento.

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.

El control de esta plaga solo se lleva a cabo en huertos y áreas semilleras mediante la aplicación de insecticidas al principio de la primavera contribuye a la protección de la cosecha.

Cecidomyia bisetosa Gagne. Diptera- Cecidomyiidae.

Los adultos de esta especie son de cuerpo frágil, parecidos a los mosquitos pero más pequeños, ya que miden hasta 4 mm de longitud. La cabeza y el tórax son de color café grisáceo y el abdomen es anaranjado rojizo. Las larvas son aplanadas y apodas; completamente desarrolladas miden de 4 a 5 mm de longitud, son de color anaranjado-rojizo y no presentan espátula en la parte esternal. Tiene setas cortas en las papillas pleurales y en los pares laterales de las papillas dorsales. También presentan dos papillas terminales, una de ellas con una seta larga y afilada y la otra con una seta larga en forma de ancho.

Es la plaga más importante de los cecidomidos. Tiene una amplia distribución y es frecuente encontrarla en el bosque. En estudios de tablas de vida se demostró que causo la muerte de hasta el 11% de la producción de conos. En *Pinus maximinoi* y en *P. pseudostrobus* es de los principales insectos que causan la muerte de los conos.



Figura 12. *Cecidomyia bisetosa* Gagne.

Según Arceo Valenzuela, (1980); Hedlin *et al.*, (1980); Cibrian Tovar *et al.*, (1986) y Pineda Torres, (1988). Los hospederos más importantes son: *Pinus hartwegii*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, pudiéndose encontrar en los estados de Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz.

Presentan un ciclo de vida anual, el cual está sincronizada con la fenología de los conos de sus hospedantes. Los adultos por lo general vuelan desde finales de marzo hasta finales de primavera, época que coincide con la polinización de los estróbilos femeninos. Las hembras avopositan entre las escamas de los conillos. En mayo se observan las primeras larvas en las escamas de dichos conillos. En junio las larvas han crecido y se inicia la formación de una agalla, formada por las escamas que rodean a cada larva. Para finales de otoño y después de pasar por tres instares, las larvas alcanzan la madurez.

La formación de agallas en los conillos causa la muerte o deformación de ellos, con la consecuente pérdida de semillas. Los conos que logran continuar su desarrollo solo logran liberar parte de sus semillas. Cuando existen varias agallas en un conillo y estas se encuentran juntas, su tamaño llega a ser mayor que el del conillo. En infestaciones extremas se encuentran hasta 36 agallas por cono.

Esta plaga se le puede controlar mediante insecticidas sistémicos, los cuales deben ser asperjados a los estróbilos femeninos. La aplicación, entre los meses de abril y mayo. La infección de insecticidas sistémicos al fuste puede ser de utilidad para combatir a esta especie, e incluso a otras que atacan a los conos en el mismo periodo de tiempo.

4.8. Regeneración Natural de *Pinus halepensis* en la reforestación de Zapalinamé

En el presente estudio se encontró que la regeneración natural de *Pinus halepensis* resulto nula en las tres líneas muestreadas, siendo uno de los factores que contribuyen a ello, fue el impacto nocivo de los insectos carpófagos principalmente las chinches *Tetyra bipunctata* y *Lepthoglossus occidentalis*. Aunado a lo anterior se puede plantear a nivel de hipótesis el impacto nocivo de otros factores como la no adaptación de la especie, los suelos pobres calizos y pedregosos y además la falta de humedad ambiental y en el suelo. También se pueden considerar el sobre pastoreo clandestino de ganado caprino y equino que se presenta en la reforestación el cual compactan demasiado el suelo con su pisoteo; también se observó en forma esporádica la presencia de algunas como la guacamaya enana alimentándose de yemas, brotes tiernos, conillos y semillas de *Pinus halepensis*. Por lo tanto no se presenta ningún dato cuantitativo sobre la germinación de *Pinus halepensis* realizado en este estudio.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos derivar las siguientes conclusiones:

1. La categoría de altura en relación con la producción de conos de primer y segundo año, se encontró que la categoría que dominó en este estudio fue la de 5.1-10 metros de altura con 24 árboles y un total de 2725 conos de primer año y 5170 conos de segundo año. El análisis de varianza (ANVA) revela que existe diferencia significativa entre los rangos de altura en cuanto a la producción y mortalidad de conos. Mientras que la prueba de Tukey no mostró diferencia estadística sino solamente numérica esto debido a que existe un alto coeficiente de variación en las muestras tomadas.

2. Para la categoría de diámetro en relación a la producción de conos para primer y segundo año, se encontró que las categorías que dominaron en este estudio fue de 15.1-20 y 20.1-25 cm de diámetro con 9 árboles cada una de ellas con un promedio de 1040 conos de primer año y 1214.5 conos de segundo año. El análisis estadístico revela que existe diferencia significativa entre las categorías de diámetro. Mientras que la prueba de Tukey de acuerdo a las medias comparadas dice que todas las categorías de diámetro tienen diferentes producciones de conos.

3. La cobertura de copa en relación a la producción de conos de primer y segundo año, tenemos que las primeras 2 categorías que van de 2-4 y de 4.1-6 metros de cobertura tienen un promedio de 1377.5 conos de primer año y 1630 de segundo año. En el análisis de varianza (ANVA) resultó que hay diferencia altamente significativa, puesto que el valor de F calculada es mayor a F tablas, por tanto se rechaza H_0 y se acepta H_a donde al menos una de las categorías tiene mayor producción de conos. Mientras que la prueba de Tukey todas las categorías estadísticamente producen diferente cantidad de conos.

4. De las tres líneas de muestreo la línea 3 fue la que tuvo mayor producción de conos para primer año con 1300 conillos, mientras que la línea 2 presentó mayor número de conos de segundo año con 3249 conos. De acuerdo al análisis estadístico revela que existe diferencia altamente significativa entre las líneas. Mientras que la prueba de Tukey todas las categorías estadísticamente producen diferente cantidad de conos.

5. Para el conteo de semillas se presenta el total de semillas en las tres líneas donde se realizó el estudio, y se obtuvo mayor número de semillas en la línea 2 con un total de 113 semillas, de las cuales 21 son sanas y 92 son dañadas o están vanas; seguido de la línea 3 con un total de 71 semillas, de estas 14 sanas y 57 dañadas y al último la línea 1 con 51 semillas, donde 5 son sanas y 52 dañadas. En el porcentaje de daños podemos recalcar que la línea 3 es la que presenta el mayor porcentaje de semillas sanas y dañadas mientras que la línea 1 presenta el menor porcentaje de semillas sanas y dañadas. Con lo cual se deduce que la semilla ya viene con daños desde su formación en los conillos.

6. La causa de muerte de los conos por los daños por estos insectos carpófagos derivan directamente de la actividad trófica de sus larvas que se alimentan de los frutos durante su desarrollo y que provocan una disminución de la capacidad germinativa de las semillas, pérdidas de tamaño y peso, y una caída temprana de los conillos, donde los principales agentes fueron, *Tetyra bipinctata*, *Leptoglossus occidentalis*, *Dioryctria erythropasa* y *Cecidomyia bisetosa* Gagne.

7. En el estudio no se encontró evidencia de regeneración de *Pinus halepensis*, al menos en las áreas que fueron muestreadas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Hacer la evaluación de insectos carpófagos en todo el año para ver si se presentan otros tipos de insectos u otros factores.
2. Aumentar el tamaño de muestra (número de líneas y número de árboles).
3. Se recomienda que se establezca un plan de manejo en la reforestación para ver si así se mejora la condición del arbolado.
4. Se recomienda que haya un control estricto para evitar el sobrepastoreo de ganado caprino y equino.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguado L. O. 2013. Lepidópteros. Portal Dedicado al Mundo de los Insectos y a la Fotografía de Naturaleza.
- Alía M. R., Martín A. S, Agúndez, L. D. Gómez Garay A. 2000. La Mejora Genética del Pino Carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). Cuaderno de la Sociedad de España en Ciencias Forestales. La Selvicultura del Pino Carrasco. Departamento de Mejora Genética y Biotecnología. Madrid, España. Vol. 10. Pág. 19.
- Alves S. F. M., Santamaría O. y Diez C. 2006. Caracterización Fisiológica y Molecular del Hongo Patógeno *Gremmeniella abietina* en masas forestales de *Pinus halepensis*. Sociedad Española de Fitopatología. Boletín informativo. Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad Valladolid. Madrid, España. # 54. Pág. 5.
- Arceo, V.R.E. y D. Cibrián T. 1980. Utilización de tablas de vida en la evaluación de mortalidad de semillas de *Pinus montezumae* Lamb. En San Juan Tetla, Puebla. Memorias del 1er Simposio Nacional sobre parasitología forestal. S.M.E. Uruapan, Michoacán.
- Ascencio A. A., 1997., Determinación de los Agentes Patogénicos Asociados a la Muerte en Coníferas (*Cupressus arizonica* y *Pinus halepensis*) en la reforestación de Zapalinamé. Tesis. Buenavista Saltillo, Coahuila.
- Bazzaz, F. A. Ackerly, D. D. Reekie, E.G.; 2010. Reproductive allocation and reproductive effort in plants. In: Fenner M (ed.) Seeds: the ecology of regeneration in plant communities, 2nd edn. CAB International, Oxford, pp 1–37.

- Bell, G. 1980. The costs of reproduction and their consequences. *American Naturalist* 116:45–76.
- Broncano M. J., Retana J., 1997. Importancia de la depredación de semillas en la regeneración post-incendio del pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). Centre de Recerca Ecological y Aplicacions forestals (CREAF). Edificio C, Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, Barcelona. España. Pág., 85.
- Cabanillas S. A. M. 2010. Base para la Gestión de Masas Naturales de *Pinus halepensis* Mill. En el Valle Del Ebro. Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Pág. 4, 7,10.
- Cámara O. A., s/año. Idoneidades Fitoclimáticas para el Pino Carrasco (*Pinus halepensis* Miller) en España. Área de Selvicultura y Mejora Forestal. Madrid. Pág. 15,16.
- CETENAL. 1971. Carta Edafológica. Clave G14 C32, Arteaga, Coahuila. Esc. 1:50,000. México D.F.
- CETENAL. 1975. Carta Geológica. Clave G14 C32, Arteaga, Coahuila. Esc. 1:50,000. México D.F.
- CETENAL. 1977. Carta de Uso del Suelo. Clave G14 C32, Arteaga, Coahuila. Esc. 1:50,000. México D.F.
- Cibrián, T.D. 1985. Comunicación personal. Departamento de bosques. U.A.CH. México D.F.
- Climent, J. Prada, M.A. Calama, R. Chambel, M.R. Sánchez De Ron, D. Alía, R. 2008. To grow or to seed: ecotypic variation in reproductive allocation and

cone production by young female Aleppo pine (*Pinus halepensis*, Pinaceae) Am. J. Bot. 95(7):833-842.

Del Rio, M.A. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de pinus spp. Del campo experimental Forestal Barranca de Cupatitzio. Uruapan, Michoacán. Memorias del 1er Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. S.M.E. Uruapan, Michoacán.

Díaz Esquivel, D. E. 1985. Tabla de Vida y Factores de Mortalidad para conos y semillas de *Pinus cembroides*. Tesis Profesional. UAAAN. Saltillo, Coah.

Entomología Forestal. 2010. Insectos forestales de conos y semillas.

Flores M., G., J. Jiménez L., X. Madrigal S., F. Moncayo R. y F. Takaki T. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaria de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 59 pp.

Flores, F.J.D y A. Muños M. 1982. Dinámica poblacional y evaluación de daños causados por *Conophthorus cembroides*, en el cañón de san Lorenzo. Saltillo Coahuila. 2° Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. S.M.E. Cuernavaca Morelos.

Flores. L.J. 1985. Comunicación personal. Facultad de silvicultura y manejo de Recursos renovables. U.A.N.L. Inares Nuevo León.

García, M.R. 1986. Evaluación de Doce Métodos de Escarificación de la Germinación de Semillas en Tres Especies del Género *Pinus* en Arteaga Coahuila. T.L UAAAN., 86p.

González, CH.J.J. J.R. Barrios E. A. Ruiz y D. Cibrian T. 1984. Supervivencia de conos y semillas de *Pinus montezumae* Lamb. En áreas bajo silvicultura

intensiva. Memorias 3er Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. S.M.E. Saltillo, Coahuila.

Gutiérrez, C.J. y Salazar, M.A. 1986. Impacto de la Reforestación en la Sierra Zapalinamé sobre las Tasas de Infiltración Agraria., T.L. UAAAN., 2(2):286-302., Saltillo Coahuila.

Herranz S. J. M., 2000. Aspectos Botánicos y Ecológicos del Pino Carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). Cuaderno de la Sociedad de Ciencias Forestales. La Silvicultura del Pino Carrasco. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Vol. 10. Pág. 13.

Herrero D. A. C., Bravo O. F. y San Martín F. R. 2004. Modelo de Probabilidad de Germinación de Pino Negral *Pinus pinaster*Ait. Tras Incendio. Cuaderno de la Sociedad de España en Ciencias Forestales. Acta de la Reunión de Modelización Forestal. Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. E.T.S. de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia, España. Pág. 62.

Iglesias L., Mora I. y Casas J. L. (s/año). Morfometría, Viabilidad y Variabilidad de las Semillas de la Población de *Pinus Hartwegii* del Cofre de Perote, Veracruz, México. Cuaderno de Biodiversidad.

INEGI. 2000. Carta Topográfica. Clave G14 C32, Arteaga Coahuila. Esc. 1:50,000. Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. 2001. Cuaderno Estadístico Municipal "Saltillo" del Estado de Coahuila de Zaragoza. Edición 2001.

- Knops, J.M.H. Koenig, W.D. Carmen, W.J. 2007. Negative correlation does not imply a tradeoff between growth and reproduction in California oaks. *Proc Natl Acad Sci USA* 104:16982–16985.
- Martín B. E. s/año. Plagas y Enfermedades de las Masas Forestales Españolas. *Tomicus piniperda* L. Perforador de Pinos: Ciclo Biológico, Daños y Métodos de Control. Sanidad Forestal. Zaragoza. # 4.
- Mendoza, H. J. M., 1983. Diagnostico Climático para la Zona de Influencia Inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. UAAAN. Pág. 616.
- Monreal M. J.A., Serrano C. A. 2000. Los escolítidos (Coleóptera, Scolytidae) del Pino Carrasco (*Pinus halepensis* Miller) en la Provincia de Albacete. Medios de Control. Cuaderno de la Sociedad de España en Ciencias Forestales. La Selvicultura del Pino Carrasco.
- Narváez F., R. 1993. Mortalidad de conos y semillas de *Pinus arizonica* Engelm. En un área semillera. I Congreso Mexicano Sobre Recursos Forestales (Resúmenes. Saltillo, Coahuila). 33 p.
- Oviedo, J.L. 1980. Inventario de las alternativas de transformación de especies forestales de la sierra de Zapalinamé. Tesis Profesional de Licenciatura. UAAAN. Coahuila, México.
- Pastor L. A. y Martín M. J., 1993. Los Bosques Protectores de *Pinus halepensis* en la Provincia de Alicante. Características de un Proceso de Revegetación. Mediterránea Servicio de Biología. Alicante, España. Vol. 14. Pág. 59.

- Prieto Ruiz, J.A.; Martínez A., J. 1993. Análisis de conos y semillas en dos áreas semilleras de *Pinus cooperi*. Folleto Científico No. 1. SARH - INIFAP. Durango, Dgo. 18 p.
- Rzedowski, J. 1983. Flora Fanerogámica del valle de México. 283-284 pp.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 pp.
- Sampedro, L. Moreira, X. Zas, R. 2011. Costs of constitutive and herbivore-induced chemical defences in pine trees emerge only under low nutrient availability. *Journal of Ecology* 99:818-827.
- Santamaría O., Pajares J. A. y Diez J. J., 2003. First report of *Gremmeniella abietina* on *Pinus halepensis* in Spain. *Forest Entomology and Pathology Laboratory. Department of Plant Production and Silviculture, University of Valladolid. Palencia, Spain. # 53. Pág. 425.*
- Santos-Del-Blanco, L. Climent, J. González-Martínez, S.C. Pannell, J.R. 2012. Genetic differentiation for size at first reproduction through male versus female functions in the widespread Mediterranean tree *Pinus pinaster*. *Annals of Botany* 110:1449-1460.
- Sargent, Ch. 1965. *Manual of the Tree of North America. Exclusive of México.* 2a Ed. Dover. 2V., New York.
- Servicio de Medio Ambiente. (s/año). Pino Carrasco, *Pinus halepensis* Mill.
- Servicio de Sanidad Forestal. (s/año). Procesionaria del Pino (*Thaumetopoea pityocampa*). Govern de les Illes Balears.

Thomas, S.C.; 2011. Age-related changes in tree growth and functional biology: the role of reproduction in F.C. Meinzer et al. (eds.), Size- and Age-Related Changes in Tree Structure and Function pages 33-64 Springer.

Varela Palacios, A. 1992. Factores que afectan la calidad de semilla de *Pinus ayacahuite* Ehr., en el ejido "Carrizal de Bravos", Municipio Leonardo Bravo, Guerrero. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 78 p.

Vázquez, S.J.A., 1992. Determinación del Agente Causal del Amarillamiento y Caída de las Agujas en Pinos (*Pinus* spp) en Arteaga Coahuila., T.L., UAAAN.

Zarate, L.A., 1982. Ensayo de Dos Especies y una Variedad de *Pinus* con Diferentes Sistemas de Plantación para Trabajos de Reforestación en Zonas Semiáridas., T.L. UAAAN., 50-56 pp.

Páginas web:

Descripción del *Pinus halepensis*:

<http://www.riomoros.com/2011/11/el-pino-carrasco-pinus-halepensis.html#more>

FAO. Guía para la manipulación de las semillas forestales:

<http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s07.htm>